

Aus der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik
der Tierärztlichen Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität München

Vorstand: Prof. Dr. H. Zerbe

Unter der Leitung von Prof. Dr. R. Mansfeld

**Beziehungen zwischen verschiedenen Parametern des Energiestoffwechsels
und Störungen der Fertilität beim Milchrind
unter Berücksichtigung der individuellen Futteraufnahme**

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der tiermedizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

vorgelegt von

Michael Schmauß
aus Illkofen / Opf.

München 2006

Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität München

Dekan:	Univ.-Prof. Dr. E. P. Märtlbauer
Referent:	Univ.-Prof. Dr. R. Mansfeld
Korreferent:	Univ.-Prof. Dr. J. Braun

Tag der Promotion: 10. Februar 2006

meinen Eltern

INHALTSVERZEICHNIS	I
VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN	III
VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN	IV
VERZEICHNIS DER TABELLEN	VII
1 EINLEITUNG	1
2 LITERATUR	2
2.1 Physiologie und Pathologie des Sexualzyklus der Kuh	2
2.1.1 Physiologie	2
2.1.1.1 Brunstzyklus	2
2.1.1.2 Trächtigkeit und Puerperium	3
2.1.2 Pathologie	4
2.1.2.1 Ovarialzysten	4
2.1.2.2 Zyklus- und Brunststörungen	5
2.1.2.3 Puerperalstörungen und Endometritis	5
2.1.2.4 Verletzungen bei und nach der Abkalbung	7
2.2 Beurteilung der Reproduktionsleistung am Einzeltier	7
2.2.1 Gynäkologische Untersuchungen	7
2.3 Energiestoffwechsel	8
2.4 Möglichkeiten der Beurteilung des Stoffwechsels	11
2.4.1 Konditionsbeurteilung	11
2.4.2 Blutuntersuchung	15
2.4.3 Milchleistung	19
2.4.4 Milchinhaltsstoffe	20
2.5 Einfluss der individuellen Futteraufnahme, Trockenmasse und Energiegehalt auf den Stoffwechsel und die Fertilität	25
2.6 Einfluss von Erkrankungen auf den Stoffwechsel und die Fertilität	27
3 EIGENE UNTERSUCHUNGEN	29
3.1 Material und Methoden	29
3.1.1 Material	29
3.1.1.1 Versuchsbetrieb	29
3.1.1.2 Tiergut	29
3.1.2 Methoden	29
3.1.2.1 Untersuchungszeitraum und -intervall	31
3.1.2.2 Dokumentation der Tierdaten	31
3.1.2.3 Dokumentation der Milchleistungsdaten	32
3.1.2.4 Gynäkologische Untersuchungen	32
3.1.2.5 Mikrobiologische Untersuchungen	33

3.1.2.6	Therapie der Endometritis purulenta	33
3.1.2.7	Konditionsbeurteilung	33
3.1.2.8	Individuelle Futteraufnahme	34
3.1.2.9	Bestimmung der klinisch-chemischen und hormonellen Parameter	34
3.1.2.10	Parameter in der Milch	35
3.1.2.11	Statistische Auswertung	35
3.2	Ergebnisse	36
3.2.1	Zyklusbeginn	36
3.2.2	Brunsteinleitung	49
3.2.3	Ovarialzysten	56
3.2.4	Uterusrückbildung	64
3.2.5	Erkrankungen des Uterus	68
3.2.6	Bakteriologische Untersuchung von Zervixtupferproben	76
3.2.7	Therapiedauer	85
3.2.8	Prognoseverfahren	88
4	DISKUSSION	96
4.1	Diskussion der Methoden	96
4.2	Diskussion der Ergebnisse	97
4.2.1	Zyklusbeginn	97
4.2.2	Brunsteinleitung	99
4.2.3	Ovarialzysten	100
4.2.4	Uterusrückbildung	101
4.2.5	Erkrankungen des Uterus	101
4.2.6	Bakteriologische Untersuchung von Zervixtupferproben	102
4.2.7	Therapiedauer	103
4.2.8	Ergebnisse des Prognoseverfahrens	104
4.2.9	Schlussfolgerungen	104
5	ZUSAMMENFASSUNG	106
6	SUMMARY	109
7	LITERATURVERZEICHNIS	112
8	ANHANG	130
9	DANKSAGUNG	168

VERZEICHNIS DER ABKÜRZUNGEN

a.p.	ante partum	LM	Lebendmasse
Abb.	Abbildung	LW	Laktationswoche
AMS	Automatisches Melksystem	max	maximal
AP	Alkalische Phosphatase	mg	Milligramm
AST	Aspartat-Amino-Transferase	min	Minute
BE	Brunsteinleitung	MJ	Megajoule
BCS	Body-Condition-Score	ml	Milliliter
BHB	Beta-Hydroxybuttersäure	mm	Millimeter
BU	Bakteriologische Untersuchung	mM	mittlere Milchleistung
CART	Classification And Regression Trees	mmol	Millimol
CK	Creatinkinase	n	Anzahl
EDTA	ethylene diamine tetraacetic acid	NEB	Nettoenergiebilanz
et.al.	et alii	NEFA	Nonesterified free fatty acids (= Freie Fettsäuren)
FEQ	Fett-Eiweiß-Quotient	NEL	Nettoenergie Laktation
FFS	Freie Fettsäuren	ng	Nanogramm
FLQ	Fett-Laktose-Quotient	NH ₃	Ammoniak
FMS	Fettmobilisationssyndrom	nm	Nanometer
FS	Fertilitätsstatus	nmol	Nanomol
FSH	Follikelstimulierendes Hormon	o.b.B.	ohne besonderen Befund
g	Gramm	p.i.	post inseminationem
ggr.	geringgradig	p.p.	post partum
GGT	Gamma-Glutamyl-Transferase	PGF _{2α}	Prostaglandin-F _{2α}
GKI	Genitalkatarrh 1. Grades	PMR	Partiell aufgewertete Mischration
GKII	Genitalkatarrh 2. Grades	RFD	Rückenfettdicke
GKIII	Genitalkatarrh 3. Grades	Sens	Sensitivität
GKIV	Genitalkatarrh 4. Grades	Spez	Spezifität
GLDH	Glutamat-Dehydrogenase	spp.	Subspezies
GnRH	Gonadotrophes Hormon	Tab.	Tabelle
IE	Internationale Einheit	TM	Trockenmasse
IGF-I	Insulin-like-Growth-Factor-I	TMR	Totalmischration
kg	Kilogramm	VLDL	Very low density lipid proteins
KMS	Konventionelles Melksystem	ZNS	Zentralnervensystem
l	Liter	µg	Mikrogramm
Lab	Labmagenverlagerung	µmol	Mikromol
LH	Luteinisierungshormon		
LKV	Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern		

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abb. 1: Verlauf des Energiebedarfs für Erhaltung und Milchleistung, der Lebendmasse sowie der Energieaufnahme über das Futter bei Milchkühen.....	9
Abb. 2: Nettoenergiebilanz einer Hochleistungskuh.....	10
Abb. 3: Konditionsindex-Bestimmungstafel.....	12
Abb. 4 u. Abb. 5: Mediales (li) und laterales (re) Bild zur Erfassung des Maximums des M. longissimus dorsi und der Rückenfettdicke.....	13
Abb. 6: Rückenfettdicke – Referenzbereich im Laktationsverlauf bei Holstein-Friesian-Kühen	15
Abb. 7: Stoffwechsel der FFS zu Laktationsbeginn.....	18
Abb. 8: Energie- und Eiweiß-Versorgungssituation (6-Felder-Tafel).....	21
Abb. 9: Gegenüberstellung Milchmenge mit Milchwarnstoffgehalt	22
Abb. 10: Gegenüberstellung Milchmenge und Milchfettgehalt	23
Abb. 11: Milchleistungspotential (Gegenüberstellung Milchmenge und Milcheiweißgehalt)	24
Abb. 12: Gegenüberstellung Milchmenge / Fett-Eiweiß-Quotient	25
Abb. 13 u. Abb. 14: Ultraschalluntersuchung und Bestimmung des Zervixdurchmessers bzw. der Horndurchmesser	33
Abb. 15: Darstellung und Beschreibung eines Boxplots	36
Abb. 16: AP-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn.....	37
Abb. 17: AST-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn.....	38
Abb. 18: Bilirubin-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn.....	39
Abb. 19: BHB-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn.....	40
Abb. 20: GLDH-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn.....	41
Abb. 21: GGT-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn.....	42
Abb. 22: Veränderung des Durchmessers des rechten Uterushorns dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	43
Abb. 23: Energiebedarf dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	44
Abb. 24: Energieaufnahme dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn.....	45
Abb. 25: TM-Aufnahme dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	46
Abb. 26: Milchleistung dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	47
Abb. 27: Harnstoff-Gehalt in der Milch dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn.....	48
Abb. 28: AP-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Brunsteinleitung	49
Abb. 29: AST-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Brunsteinleitung	50
Abb. 30: β -Carotin-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Brunsteinleitung	51
Abb. 31: IGF-I-Konzentration im Plasma dargestellt in Abhängigkeit von Brunsteinleitung	52
Abb. 32: Durchmesser der Zervix dargestellt in Abhängigkeit von Brunsteinleitung ..	53
Abb. 33: Veränderung des Durchmessers der Zervix dargestellt in Abhängigkeit	

von Brunsteinleitung	54
Abb. 34: Laktose-Konzentration in der Milch dargestellt in Abhängigkeit von Brunsteinleitung	55
Abb. 35: AST-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten	56
Abb. 36: CK-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten	57
Abb. 37: Durchmesser der Zervix dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten	58
Abb. 38: Durchmesser des rechten Uterushorns dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten	59
Abb. 39: Laktose-Gehalt in der Milch dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten	60
Abb. 40: FEQ dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten	61
Abb. 41: FLQ -Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten	62
Abb. 42: Retentio secundinarum dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten	63
Abb. 43: FFS-Konzentration im Plasma dargestellt in Abhängigkeit von Uterusrückbildung	64
Abb. 44: BHB-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Uterusrückbildung	65
Abb. 45: Laktose-Gehalt in der Milch dargestellt in Abhängigkeit von Uterusrückbildung	66
Abb. 46: Energiebilanz dargestellt in Abhängigkeit von Uterusrückbildung	67
Abb. 47: Vergleich der Diagnosen bei der Vaginalen Untersuchung	68
Abb. 48: Bilirubin-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung	69
Abb. 49: GLDH-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung	70
Abb. 50: GGT-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung	71
Abb. 51: Laktose-Gehalt in der Milch dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung	72
Abb. 52: FLQ dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung	73
Abb. 53: Veränderung des BCS dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung.	74
Abb. 54: Veränderung der RFD dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung .	75
Abb. 55: Verteilung der Erreger auf die Zervixtupferproben mit bakteriologisch positivem Befund	76
Abb. 56: AST-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer	77
Abb. 57: Bilirubin-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer	78
Abb. 58: BHB-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer	79
Abb. 59: IGF-I-Konzentration im Plasma dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer	80
Abb. 60: Durchmesser der Zervix dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer	81
Abb. 61: Durchmesser des linken Uterushorns dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer	82
Abb. 62: Laktose-Gehalt in der Milch dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer	83
Abb. 63: FLQ dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer	84

Abb. 64: BHB-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Therapiedauer	85
Abb. 65: Energieaufnahme dargestellt in Abhängigkeit von Therapiedauer	86
Abb. 66: TM-Aufnahme dargestellt in Abhängigkeit von Therapiedauer	87
Abb. 67: Veränderung der Muskeldicke dargestellt in Abhängigkeit von Therapiedauer	88

VERZEICHNIS DER TABELLEN

Tab. 1: Einfluss der Energie- und Proteinversorgung auf den Eiweiß- und Harnstoff-gehalt der Kuhmilch (Fürl 2005)	20
Tab. 2: Übersicht der Untersuchungsparameter	29
Tab. 3: Gruppenzuordnung	30
Tab. 4: Feststellung des Zyklusstands nach folgenden Kriterien	30
Tab. 5: Gynäkologische Untersuchungen	32
Tab. 6: Übersicht Prognoseverfahren für das Zuordnungskriterium Zyklusbeginn (Wochen: Woche, n: Anzahl der berücksichtigten Tiere, Sens: Sensitivität, Spez: Spezifität)	89
Tab. 7: Übersicht Prognoseverfahren für das Zuordnungskriterium Brunsteinleitung (Wochen: Woche, n: Anzahl der berücksichtigten Tiere, Sens: Sensitivität, Spez: Spezifität)	91
Tab. 8: Übersicht Prognoseverfahren für das Zuordnungskriterium Ovarialzysten (Wochen: Woche, n: Anzahl der berücksichtigten Tiere, Sens: Sensitivität, Spez: Spezifität)	92
Tab. 9: Übersicht Prognoseverfahren für das Zuordnungskriterium Uterusrückbildung (Wochen: Woche, n: Anzahl der berücksichtigten Tiere, Sens: Sensitivität, Spez: Spezifität)	92
Tab. 10: Übersicht Prognoseverfahren für das Zuordnungskriterium Uteruserkrankung (Wochen: Woche, n: Anzahl der berücksichtigten Tiere, Sens: Sensitivität, Spez: Spezifität)	93
Tab. 11: Übersicht Prognoseverfahren für das Zuordnungskriterium BU-Zervixtupferbefund (Wochen: Woche, n: Anzahl der berücksichtigten Tiere, Sens: Sensitivität, Spez: Spezifität)	94
Tab. 12: AP (U/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	130
Tab. 13: AST (U/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	131
Tab. 14: Bilirubin ($\mu\text{mol/l}$) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	131
Tab. 15: BHB (mmol/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	132
Tab. 16: GLDH (U/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	132
Tab. 17: GGT (U/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	133
Tab. 18: Veränderung des rechten Horndurchmessers (cm) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	134
Tab. 19: Energiebedarf (MJ NEL) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	134
Tab. 20: Energieaufnahme (MJ NEL) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	135
Tab. 21: Trockenmasseaufnahme (kg) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	135
Tab. 22: Milchleistung (kg) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	136
Tab. 23: Harnstoffgehalt in der Milch (mmol/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn	136
Tab. 24: AP (U/l) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)	137
Tab. 25: AST (U/l) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)	138
Tab. 26: β -Carotin ($\mu\text{g/l}$) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)	138
Tab. 27: IGF-I (nmol/l) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)	140
Tab. 28: Zervixdurchmesser (cm) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)	141
Tab. 29: Veränderung des Zervixdurchmessers in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)	141
Tab. 30: Laktosegehalt in der Milch (%) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)	142
Tab. 31: AST (U/l) in Abhängigkeit von Ovarialzysten	142
Tab. 32: CK (U/l) in Abhängigkeit von Ovarialzysten	143
Tab. 33: rechter Horndurchmesser (cm) in Abhängigkeit von Ovarialzysten	144

Tab. 34: Laktosegehalt in der Milch (%) in Abhängigkeit von Ovarialzysten.....	144
Tab. 35: Fett-Eiweiß-Quotient in Abhängigkeit von Ovarialzysten	145
Tab. 36: Retentio secundinarum in Abhängigkeit von Ovarialzysten	145
Tab. 37: FFS ($\mu\text{mol/l}$) in Abhängigkeit von Uterusrückbildung	145
Tab. 38: BHB (mmol/l) in Abhängigkeit von Uterusrückbildung.....	146
Tab. 39: Laktosegehalt in der Milch (%) in Abhängigkeit von Uterusrückbildung.....	146
Tab. 40: Fett-Eiweiß-Quotient in Abhängigkeit von Uterusrückbildung	147
Tab. 41: Bilirubin ($\mu\text{mol/l}$) in Abhängigkeit von Uteruserkrankung.....	147
Tab. 42: GLDH (U/l) in Abhängigkeit von Uteruserkrankung.....	148
Tab. 43: GGT (U/l) in Abhängigkeit von Uteruserkrankung.....	149
Tab. 44: Laktosegehalt in der Milch (%) in Abhängigkeit von Uteruserkrankung	149
Tab. 45: Fett-Laktose-Quotient in Abhängigkeit von Uteruserkrankung.....	150
Tab. 46: Fett-Eiweiß-Quotient in Abhängigkeit von Uteruserkrankung	150
Tab. 47: Veränderung des BCS in Abhängigkeit von Uteruserkrankung	151
Tab. 48: Veränderung der RFD (mm) in Abhängigkeit von Uteruserkrankung.....	151
Tab. 49: AST (U/l) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)	152
Tab. 50: Bilirubin ($\mu\text{mol/l}$) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)	152
Tab. 51: BHB (mmol/l) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)	153
Tab. 52: IGF-I (nmol/l) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)	153
Tab. 53: Zervixdurchmesser (cm) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ).....	154
Tab. 54: linker Horndurchmesser (cm) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)	154
Tab. 55: Laktosegehalt in der Milch (%) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ).....	155
Tab. 56: Fett-Laktose-Quotient in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ).....	156
Tab. 57: BHB (mmol/l) in Abhängigkeit von Therapiedauer (TD)	156
Tab. 58: Trockenmasseaufnahme (kg) in Abhängigkeit von Therapiedauer (TD)...	157
Tab. 59: Veränderung der Muskeldicke (mm) in Abhängigkeit von Therapiedauer (TD)	158

1 EINLEITUNG

Die Fruchtbarkeit der Milchkühe und damit die Reproduktionsleistung einer Herde sind für Milcherzeugerbetriebe von zentraler Bedeutung. Fruchtbarkeitsstörungen führen schnell zu betriebswirtschaftlichen Schäden. Zahlreiche Studien berichten über sinkende Fruchtbarkeit bei Milchkühen. In den USA sank der Erstbesamungserfolg über 20 Jahre hinweg um 0,45 % pro Jahr (BUTLER und SMITH, 1989), in England um 1 % pro Jahr auf 40 % (ROYAL et al., 2000). In den Niederlanden verringerte sich der Erstbesamungserfolg innerhalb von 10 Jahren von 55,5 % auf 45,5 % (JORRITSMA et al., 2000). Ursachen für Fruchtbarkeitsstörungen sind schlechte Umweltbedingungen, Fehler im Management und kuhgebundene Faktoren (DE KRUIF et al., 1998). Bei Hochleistungskühen fällt der Beginn des Reproduktionszyklus nach der Kalbung in eine Phase negativer Energiebilanz (BOUSQUET et al., 2004). Die dadurch entstehende Konkurrenz zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit geht zu Lasten der Fruchtbarkeit. Bei positiver Energiebilanz ergibt sich keine derartige Konkurrenzsituation (STAUFENBIEL et al., 2004). Weiterhin beeinträchtigen Erkrankungen aller Art (LOEFFLER et al., 1999; GRÖHN und RAJALA-SCHULTZ, 2000) und besondere gynäkologische Erkrankungen die Reproduktion (KESLER, 2005).

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, Beziehungen zwischen verschiedenen Stoffwechselparametern und verschiedenen Störungen der Fertilität bei Milchkühen festzustellen sowie Grenzwerte für Erkrankungsvorhersagen und damit für die Erkennung eines erhöhten „Krankheitsrisikos“ der einzelnen Fertilitätsstörungen zu ermitteln.

2 LITERATUR

2.1 Physiologie und Pathologie des Sexualzyklus der Kuh

2.1.1 Physiologie

2.1.1.1 Brunstzyklus

Das domestizierte, geschlechtsreife, nichttragende Rind der europäischen Nutzungsrasen ist ganzjährig polyöstrisch (GRUNERT, 1999b). Ein Brunstzyklus dauert bei der Kuh im Durchschnitt 21 (18 bis 24) Tage, bei Färsen etwa 20 Tage (GRUNERT, 1999b; MEINECKE, 2000). Er wird begrifflich in einen äußerlichen, einen ovariellen und einen Schleimhautzyklus unterteilt. Diese Einteilung wird auch beim Untersuchungsgang für die Zyklusdiagnostik berücksichtigt.

Durch verschiedene Verhaltensäußerungen, als Ausdruck des endokrinen Geschehens, lässt sich der Brunstzyklus in vier Phasen gliedern: Die erste Phase – Östrus oder Brunst – beginnt am Tag 0, an dem Deckbereitschaft besteht. Diese Phase dauert durchschnittlich etwa 18 Stunden (2 bis 30 Stunden) und kann von Temperatur, Rasse, Alter, Milchleistung, Fütterungs- und Lichtverhältnissen beeinflusst werden (GRUNERT, 1999b; LOPEZ et al., 2004). 30 bis 35 Stunden nach Beginn und etwa 7 (0 bis 16) Stunden nach Ende des Östrus erfolgt die Ovulation in der Phase des Metöstrus, auch Nachbrunst genannt. Sie reicht vom Zeitpunkt, an dem die Begattungsbereitschaft nicht mehr besteht, bis zum Verschwinden der äußeren und inneren Brunstsymptome. Die Phase sexueller Ruhe bezeichnet man als Diöstrus oder Zwischenbrunst und dauert etwa 16 Tage. Der Proöstrus bzw. die Vorbrunst ist nicht genau abgrenzbar. Er umfasst den Zeitraum vom Einsetzen der Verhaltensänderungen bis zum Zeitpunkt der Begattungsbereitschaft.

Auf den Ovarien läuft dieses Zyklusschema entsprechend ab und wird eingeteilt in eine Follikelreifungs-, eine Ovulations- und eine Gelbkörperphase. Während der Follikelreifungsphase wachsen Tertiärfollikel, die in allen Zyklusphasen vorhanden sind, in zwei bis drei Wellen heran. Jeweils ein Follikel pro Welle wird dominant, wächst unter FSH- und LH-Einfluss weiter und bildet LH-Rezeptoren, Insulin-like-growth-factor-I (IGF-I) und Östradiol. Die anderen Follikel atresieren. Nur der dominante Follikel der letzten Welle bzw. der nach dem 18. Zyklustag am größten ist, entwickelt sich zum Graaf'schen Follikel und ovuliert.

Endokrinologisch kann der Zyklus in eine Östrogen- oder Follikelphase und eine Progesteron- oder Lutealphase eingeteilt werden. Durch die Wirkung verschiedener Hormone des Follikels bzw. des Gelbkörpers kommt es zu makro- und mikroskopischen Veränderungen der Schleimhaut, dem so genannten Schleimhautzyklus. Nach der Regenerationsphase (15. bis 19. Zyklustag), in der das Endometrium mit wenig Sekret bedeckt ist, kommt es unter Östrogenwirkung noch im Proöstrus zur Proliferationsphase mit einer flüssigen Sekretkonsistenz. In der sich anschließenden Sekretionsphase (etwa 3. bis 14. Zyklustag) findet man mehr viskösen Schleim durch die Wirkung von Progesteron. Im Metöstrus hat der Schleim z.T. eine rötliche, dann infolge Hämolyse der Erythrozyten eine eher dunkelbraune Farbe (GRUNERT, 1999b).

Im Zentrum des neuroendokrinen Regelkreises für die Steuerung der Sexualfunktionen beim weiblichen Rind steht der Hypothalamus. Er empfängt sowohl sensorische Impulse aus dem Zentralnervensystem (ZNS) als auch endokrine Impulse aus der von der Tageslichtlänge beeinflussten Zirbeldrüse. Zusätzlich registriert er die Ovarfunktion aufgrund positiv und negativ rückkoppelnder Wirkungen der Sexualhormone. Das Steuerungshormon des Hypothalamus ist das

Gonadotropin-Releasing-Hormon (GnRH). Es gelangt über ein Portalgefäßsystem zum Hypophysenvorderlappen und stimuliert dort die Synthese und Ausschüttung von Luteinisierungshormon (LH) und Follikelstimulierendem Hormon (FSH). Diese beiden Hormone kontrollieren die Steroidbiosynthese über die Verfügbarkeit von dafür wichtigen Enzymen. LH stimuliert in den Thekazellen des Follikels die Synthese von Androgenen, die im Proöstrus einen Anstieg von Estradiol hervorrufen. Die ansteigende Östrogenkonzentration beeinflusst über ein positives Feedback auf den Hypophysenvorderlappen eine vermehrte Ausschüttung von LH und bestimmt damit den Ovulationszeitpunkt mit (GRUNERT, 1999b; MEINECKE, 2000). Negative Energiebilanz, subklinische Pansenazidose, Lahmheit und Stress können die Östrogen-Synthese negativ beeinflussen (BORSBERRY, 2003). Zum Brunstbeginn erreicht der Estradiol-Spiegel seinen Höchststand und unmittelbar danach (6,4 +/- 3,0 Std.) kommt es zum präovulatorischen LH-Gipfel. Die Ovulation findet im Mittel 26 Stunden (+/- 6,9 Std.) später statt (GRUNERT, 1999b). Die Hauptquelle der Progesteronproduktion ist das Corpus luteum, das sich nach der Ovulation bildet (KINDAHL et al., 2004). Schlechte Fütterung und Gewichtsverlust führen zu einem Sinken der Progesteronkonzentrationen im Blut (LUCY, 2001).

2.1.1.2 Trächtigkeit und Puerperium

Physiologischerweise wird der Sexualzyklus durch die Trächtigkeit unterbrochen. Da die Tiere dann kein Brunstverhalten mehr aufweisen, bezeichnet man diese Phase als Anöstrus (Brunstlosigkeit) (MEINECKE, 2000).

Der Begriff Puerperium bezeichnet den Zeitraum nach der Abkalbung, in dem die mit der Trächtigkeit bzw. der Abkalbung verbundenen Veränderungen im mütterlichen Organismus zurückgebildet werden, um eine funktionelle Wiederherstellung des Zustands vor der Trächtigkeit zu erreichen (GRUNERT, 1999b). Innerhalb des klinischen Puerperiums (drei Wochen) bildet sich der Uterus auf die Größe zurück, die er vor der Abkalbung hatte (GRUNERT, 1999b). Das entspricht einer Gewichtsreduktion von etwa 90 % (BONDURANT, 1999) oder einem erreichten Uterushorndurchmesser von bis zu 40 mm (LEWIS, 1997). Die Gebärmutterschleimhaut benötigt für ihre Regeneration bis zu sechs Wochen, erst danach ist eine neue Trächtigkeit möglich (LOTTHAMMER und WITTKOWSKI, 1994; LUCY, 2004). Störungen des Kalbeverlaufs sowie Puerperalstörungen wie Uterusprolaps, Retentio secundinarum oder Endometritis verlängern die normale Rückbildungszeit (CALLAHAN und HORSTMANN, 1983; BONDURANT, 1999; SHELDON et al., 2003). Den gleichen Effekt hat eine erhöhte Fettmobilisation über einen Zeitraum von 10 Tagen (KONWES et al., 2004). Laut WEHREND und BOSTEDT (2004) gibt es keinen Zusammenhang zwischen Involutionsstörungen des Uterus und der Zervix.

Die Plazenta produziert während der Trächtigkeit eine Reihe von Steroiden (Progesteron, Östrogene und deren Derivate). Diese haben einen suppressiven Effekt auf die Hormonproduktion des Hypothalamus. Die LH-Pulsation startet ca. zwei Wochen nach der Abkalbung (LUCY, 2004). Die Wiederaufnahme der zyklischen Ovarfunktion p.p. erfolgt bei bis zu 50 % der Tiere ohne äußere Brunstsymptome (GRUNERT, 1999b). Auch die Länge des ersten Brunstzyklus ist mit 12 bis 17 Tagen meist verkürzt (MORROW et al., 1966; GRUNERT, 1999b). Follikelanbildungen sind ab dem vierten Tag p.p. zu beobachten. Der erste dominante Follikel beschreitet einen von drei möglichen Wegen: Ovulation, Atresie oder zystische Degeneration (LUCY, 2004). Bei Kühen in negativer Energiebilanz benötigt der dominante Follikel länger, um ausreichend hohe Östradiolkonzentration

ins Blut auszuschütten, die dann den Ovulationsvorgang starten (LUCY, 2001). Die ersten Ovulationen finden erst ab Tag 17 bis 27 p.p. statt und bis zur ersten erkennbaren Brunst dauert es etwa 33 bis 85 Tage (BONDURANT, 1999). Am besten vorhersagen lässt sich die erste Ovulation mittels der Parameter Energiebilanz, prozentualem Laktosegehalt in der Milch und IGF-I-Konzentration (FRANCISCO et al., 2003). Die Progesteronkonzentration nach der Abkalbung ist bis zur ersten Ovulation niedrig (KINDAHL et al., 2004). Ist die erste Ovulation sehr früh, dann verlängert sich der Zeitraum bis zur ersten Brunst, ebenso bei Tieren mit hoher Milchleistung (SAKAGUCHI et al., 2004). Über 80 % der Hochleistungskühe haben ihre erste Ovulation erst nach 50 Tagen p.p. (SHRESTHA et al., 2004a). Laut BUTLER (2000) beeinflusst eine verminderte Energieaufnahme in den ersten drei Laktationswochen den Zeitraum von Abkalbung bis zur ersten Ovulation. Die Länge und Schwere der negativen Energiebilanz hängt v.a. von der Trockenmasseaufnahme und deren Anstieg in der Früh-laktation ab. Bei überkonditionierten Kühen steigen die Mobilisation von Körperfett und die Menge an Triacylglycerol in der Leber. Diese wiederum sind assoziiert mit einem längeren Intervall von Abkalbung bis zur ersten Ovulation und verminderter Fruchtbarkeit (BUTLER, 2000). Der limitierende Faktor dabei ist das luteinisierende Hormon (JORRITSMA et al., 2003; LUCY, 2004): Eine negative Energiebilanz reduziert p.p. die LH-Pulsation (LUCY, 2001). Bei einer Erkrankung des Endometriums kann durch die Unterdrückung der Prostaglandin- $F_{2\alpha}$ - ($PGF_{2\alpha}$) Freisetzung die zyklische Ovarfunktion zum Stillstand kommen (SHELDON et al., 2004; SHRESTHA et al., 2004a).

2.1.2 Pathologie

Es gibt zahlreiche Ursachen, welche den Sexualzyklus und die Fruchtbarkeit der Kuh stören. Die wichtigsten sind Ovarialzysten, Zyklus- und Brunststörungen, Puerperalstörungen, Endometritis und Verletzungen der Vulva.

2.1.2.1 Ovarialzysten

Ovarialzysten treten in Rinderherden aller Rassen bei durchschnittlich 10 % bis 40 % der Milchkühe mindestens einmal im Leben auf (GRUNERT, 1999a), bei Holstein-Friesian-Kühen bei ca. 6,3 % (HOOIJER et al., 2001). Ätiologisch werden Fütterungs- und Haltungsmängel, Konstitutionsschwäche, hohe Milchleistung, genetische Faktoren, Alter, allgemeine Krankheitszustände sowie Klima, ungünstige Jahre und Saisoneinflüsse genannt. Ovarialzysten entstehen, wenn dominante Follikel weder atresieren noch ovulieren. Zur Pathogenese zählen hier ungenügende (Follikel-Lutein-Zysten), fehlende (Follikel-Theka-Zysten) oder nicht zeitgerechte LH-Ausschüttung. Ovarialzysten werden definiert als generell persistierende Graaf'sche Follikel mit abgestorbener Eizelle und einem Durchmesser von über 2,5 cm. Als Ursache von Fertilitätsstörungen sind v.a. die Follikel-Theka-Zysten von Bedeutung (GRUNERT, 1999a), besonders dann, wenn sie nach abgeschlossenem Puerperium auftreten (GOSSEN und HOEDEMAKER, 2005).

Die klinische Symptomatik reicht neben dem Auffinden von Ovarialzysten (bei 62 bis 85 % der Fälle; (HOOIJER et al., 2001)), von unregelmäßigen Zyklen oder Dauerbrunst, über eingefallene Beckenbänder und/oder Hohlschwanz und Schwellung von Scham und Anus bis hin zu Unruhe und Nymphomanie (Hypersexualität) bzw. Virilismus (Vermännlichung) (GRUNERT, 1999a). Bei Follikel-Theka-Zysten ist die Östrogenkonzentration gegenüber der Progesteronkonzentration deutlich höher. Bei Follikel-Lutein-Zysten, die durch mehr als 2,5 cm große Blasen mit einer über 3 mm dicken und luteinisierten Wand definiert sind,

besteht der Inhalt neben wenig Östrogen fast nur aus Progesteron. Die Häufigkeiten für das Auftreten von Follikel-Lutein-Zysten schwanken stark zwischen 6,8 % und 30 % an der Gesamtzahl der Ovarialzysten. Sie können von Follikel-Theka-Zysten und Corpora lutea mit großem zentralem Hohlraum sicher nur mittels Sonographie unterschieden werden (GRUNERT, 1999a).

2.1.2.2 Zyklus- und Brunststörungen

Unter dem Begriff Anöstrie (Brunstlosigkeit) werden Azyklie (wirkliche Brunstlosigkeit) und stille Brunst (Anaphrodisie) zusammengefasst.

Azyklie ist definiert als das Ausbleiben jeglicher äußerer und innerer Brunstsymptome. Als pathologisch ist die Azyklie bei allen geschlechtsreifen nichttragenden Tieren außerhalb des Puerperiums anzusehen. Muttertiere mit saugenden Kälbern werden hier nicht dazugezählt. Als Ursachen werden genetische Veränderungen an den Ovarien, ungünstige Fütterungs- und Haltungsverhältnisse, hohe Milchleistung und Erkrankungen des Uterus, die ein Corpus luteum pseudogaviditatis hervorrufen, genannt. Im Vergleich zu Tieren im Zyklus fressen brunstlose Tiere weniger, produzieren weniger Milch und verlieren mehr Körpergewicht (KESLER, 2005).

Bei stillbrünstigen Tieren sind der ovarielle, uterine und vaginale Zyklus vorhanden, es fehlen aber äußerlich sichtbare Brunsterscheinungen (GRUNERT, 1999e). Stillbrünstigkeit kommt v.a. in den ersten zwei Monaten p.p. vor und ihre Häufigkeit nimmt mit zunehmendem Abstand vom Partus deutlich ab. Der Hauptgrund hierfür liegt in der negativen Energiebilanz am Anfang der Laktation, welche die Östrogenproduktion drosselt (ISOBE et al., 2004). Eine erbliche Disposition scheint ebenso vorzuliegen. Weiterhin werden mit Schmerzen einhergehende Erkrankungen, Umweltfaktoren (wenig Licht, hohe Temperatur und Luftfeuchtigkeit, Überfütterung, Mangelernährung, usw.), lang anhaltende Stallhaltung und mangelhafte Brunstbeobachtung dafür verantwortlich gemacht (GRUNERT, 1999e). Hinzu kommen Ursachen wie zystöse Follikel, Pyometra (mit Corpus luteum pseudogaviditatis), Trächtigkeit, angeborene Abweichungen (Zwicken, Hypoplasie der Ovarien) und Ovarialtumoren.

Ein verkürzter Zyklus kommt bei etwa 6 bis 15 % aller rindernden Tiere vor, ein verlängerter Zyklus bei bis zu 25 % der Tiere. Beide Fälle werden durch Irritationen der Uterusschleimhaut hervorgerufen, entweder durch Uterusinfusionen oder durch Infektionen (GRUNERT, 1999e). Auch Störungen und Erkrankungen im Puerperium sind Risikofaktoren für verkürzte Brunstzyklen und verlängerte Lutealphasen (LUCY, 2004).

2.1.2.3 Puerperalstörungen und Endometritis

Zu den bedeutendsten Puerperalstörungen zählen die Retentio secundinarum und akute, toxische Metritiden. Eine Endometritis (Genitalkatarrh) wird bei 24,8 % (GILBERT et al., 2004) bis 53 % (LEWIS, 1997) aller Kühe diagnostiziert. Prädisponierende Faktoren hierfür sind vor allem Stoffwechselstörungen, hygienische Mängel bei der Geburt, unsachgemäße Geburtshilfe und Schweregeburten. Auch Azetonkonzentrationen über 0,40 mmol/l in der Milch sind assoziiert mit einem 3,2-fach höherem Risiko, an einer Endometritis zu erkranken (REIST et al., 2003). Als Folge von Nachgeburtsverhaltungen findet man sehr häufig chronische Endometritiden, die sowohl schlechtere Besamungserfolge, verlängerte Zwischenkalbezeiten als auch eine erhöhte Remontierungsrate nach sich ziehen (DRILLICH et al., 2002; KIM und KANG, 2003; RUNCIMAN et al., 2004b).

Jede mikrobielle, mechanische, thermische, chemische oder toxische Einwirkung auf das Endometrium wird mit einer charakteristischen Abwehrreaktion beantwortet, die sich klinisch als Endometritis äußert. Sie ist die beim Rind am häufigsten auftretende Krankheit mit nachteiligen Folgen für die Fertilität und die Milchleistung. Auch das Auftreten anderer Krankheiten wie Azetonämie, Labmagenverlagerung, Harnwegsinfektion und Septikämie werden dadurch begünstigt (DE KRUIF, 1999b). Über 90% der Uteri werden in den ersten 15 Tagen p.p. kontaminiert. Das Erregerspektrum reicht von *Escherichia coli*, *Arcanobacterium pyogenes*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Pasteurella multocida* bis hin zu den Anaerobiern *Clostridium* spp., *Bacterioides* spp. und *Fusobacterium* spp. (LEWIS, 1997; BONDURANT, 1999). Bei Kühen mit Retentio secundinarum sind in den ersten beiden Wochen p.p. regelmäßig gram-negative, fakultativ anaerobe Keime wie *Escherichia coli* zu finden. Ab der zweiten Woche p.p. sind es vorwiegend die Keime *Arcanobacterium pyogenes* und Anaerobier wie *Bacterioides* spp. und *Fusobacterium* spp. (DOHMEN et al., 2000). Der Hauptinfektionsweg für Keime ist der über Vagina und Zervix, selten auch über den Blutweg.

Bei den meisten Kühen werden die beim Partus eingedrungenen Keime zwei bis drei Wochen p.p. eliminiert (BONDURANT, 1999). Bei den übrigen Tieren entwickelt sich eine akute Endometritis. Zeigt das Tier nach etwa 14 Tagen einen purulenten Ausfluss ist das Krankheitsbild in ein chronisches Stadium übergegangen (Genitalkatarrh I. und II. Grades oder Endometritis purulenta). Bei Tieren mit geringgradigen Symptomen kommt es in den meisten Fällen innerhalb von vier bis sechs Wochen zur Heilung, bedingt durch die Einwanderung von neutrophilen Granulozyten und die Ausschüttung erhöhter Östrogenkonzentrationen, was eine erhöhte Abwehr und eine größere Kontraktilität des Uterus zur Folge hat (GRUNERT, 1999d).

Eine Pyometra (Genitalkatarrh III. und IV. Grades; Eiteransammlung im Uterus, die bei rektaler Untersuchung nachweisbar ist) entsteht aus einer eitrigen Endometritis. Die Zervix kann verschlossen oder offen sein (DE KRUIF, 1999b). Dabei sind sehr oft *Actinomyces pyogenes* und andere anaerobe Bakterien beteiligt, die vor allen anderen Endometritis-Keimen die Fruchtbarkeit negativ beeinflussen (BONDURANT, 1999; DOHMEN et al., 2000). Sie heilt sehr selten spontan und oft kommen betroffene Kühe nicht mehr in Brunst.

Die Symptome einer akuten Endometritis reichen von leicht übelriechendem, schokoladenfarbenem Ausfluss bis hin zu mittel- bis hochgradigen Störungen des Allgemeinbefindens mit dünnflüssigem, meist sehr übelriechendem Ausfluss. In der chronischen Phase verändert sich Konsistenz und Farbe des Ausflusses von dünn grau-braun in zähflüssig grau-gelb und purulent. Dies spricht bereits dafür, dass der Heilungsprozess begonnen hat. Kühe mit einer offenen Pyometra zeigen, im Gegensatz zur geschlossenen Form, ständig geringgradigen Ausfluss (DE KRUIF, 1999b).

Die Diagnose kann mittels rektaler Untersuchung des Uterus und der Ovarien, vaginoskopischer Untersuchung und zytologischer, bakteriologischer und histologischer Untersuchungen erfolgen (DE KRUIF, 1994). Auch ein Zervixdurchmesser von >7,5 cm nach 20 Laktationstagen korreliert mit einem vaginalen Ausfluss (LAVEN, 2003; LE BLANC, 2003). Daneben können bei klinischer Endometritis erhöhte Konzentrationen der Enzyme Creatinkinase (CK) und Aspartat-Amino-Transferase (AST) im Serum nachgewiesen werden. Diese beiden korrelieren auch mit dem Schweregrad der Endometritis (SATTler und FÜRLL, 2004).

Therapievorschlge reichen von Uterusinfusionen mit antibakteriellen Lsungen (KNUTTI et al., 2000), systemischer Antibiose (KNIGSSON et al., 2002),

Prostaglandinen (JANOWSKI et al., 2001; LE BLANC et al., 2002), Östrogenen (JANOWSKI et al., 2001), Oxytocin (CALLAHAN und HORSTMANN, 1983) und verschiedene Kombinationen davon (JANOWSKI et al., 2001; FALKENBERG et al., 2003) bis hin zu manueller Drainage (CALLAHAN und HORSTMANN, 1983) und antibiotischen Uteruseinlagen (KNUTTI et al., 2000; JANOWSKI et al., 2001; LE BLANC et al., 2002).

2.1.2.4 Verletzungen bei und nach der Abkalbung

Die meisten Verletzungen am äußeren Genitale erfolgen im Zusammenhang mit der Abkalbung. Sie betreffen entweder den Hymenalringbereich oder die Labien und das Perineum in Form von vollständigen und unvollständigen Dammrissen. Sie können die Entstehung entzündlicher Veränderungen begünstigen und zu einer Beeinträchtigung der Fruchtbarkeit führen, wenn die Verschlussfunktion des Hymenalrings nicht mehr gewährleistet ist (DE KRUIF, 1999a).

2.2 Beurteilung der Reproduktionsleistung am Einzeltier

Die Fruchtbarkeit wird zu etwa 20 % durch genetische Faktoren und zu etwa 80 % durch Umweltfaktoren beeinflusst (LOTTHAMMER und WITTKOWSKI, 1994).

Es gibt einen gegensätzlichen Zusammenhang zwischen steigender Milchleistung und sinkender Fruchtbarkeit: Bei Hochleistungskühen fällt der Zeitpunkt, an dem ihr normaler Reproduktionszyklus wieder einsetzen soll, mit der Phase negativer Energiebilanz zusammen (BOUSQUET et al., 2004). Die dadurch entstehende Konkurrenz zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit geht zu Lasten der Fruchtbarkeit. Bei positiver Energiebilanz ergibt sich keine derartige Konkurrenzsituation (STAUFENBIEL et al., 2004). Einen noch größeren Einfluss haben Erkrankungen aller Art (LOEFFLER et al., 1999; GRÖHN und RAJALA-SCHULTZ, 2000) und besonders gynäkologische Erkrankungen (KESLER, 2005).

2.2.1 Gynäkologische Untersuchungen

Die klinisch-gynäkologische Untersuchung der Kuh umfasst neben der Adspektion und Palpation des äußeren Genitale die rektale und die vaginale Untersuchung. Zu den speziellen gynäkologischen Untersuchungen zählen die sonographische, die mikrobiologische, die serologische, die physikalische, die zytologische, die histologische und die Untersuchung mittels Endoskopie (FERGUSON, 1991; GRUNERT, 1999c).

Das Puerperium kann vom Abgang der Nachgeburt bis zur Rückbildung der Gebärmutter mittels rektaler und vaginaler Untersuchung gut verfolgt werden. Durch die Ultraschalluntersuchung können die transrektalen Palpationsbefunde an den Genitalorganen durch die nichtinvasive visuelle Darstellung morphologischer Veränderungen ergänzt und objektiviert werden (OKANO und TOMIZUKA, 1987; ASLAN et al., 2002). Die rektale Palpation ist außerdem, genauso wie die Ultraschalluntersuchung, gut geeignet, bestimmte Strukturen auf den Ovarien zu beurteilen. Diese Methoden können durch vaginale Untersuchung und Progesteronbestimmung noch erweitert werden (HANZEN et al., 2000). Laut DRILLICH et al. (2002) können mittels rektaler Palpation mehr Tiere mit Endometritiden diagnostiziert werden als allein durch eine systematische Adspektion der Tiere. Die vaginale Untersuchung ist eine gute Methode für die Diagnose und den weiteren Verlauf von subakuten bzw. chronischen Endometritiden (DOHMEN et al., 1995; LE BLANC, 2004; RUNCIMAN et al., 2004a), denn sie hat eine höhere

Sensitivität und Spezifität als die rektale Palpation allein. Wie SHELDON et al. (2002) zeigten, hat die vaginale Untersuchung keinen Einfluss auf eine mögliche bakteriologische Kontamination des Uterus. Mit Hilfe der Sonographie lässt sich der Zervixdurchmesser gut bestimmen. Um eine klinische Endometritis zu diagnostizieren ist ein Zervixdurchmesser über 7,5 cm 20 Tage p.p. genauso aussagekräftig wie ein purulenter Uterusausfluss oder ein mukopurulenter Ausfluss über 26 Laktationstage hinweg (LE BLANC, 2003). Auch die Richtigkeit bei der Diagnosestellung von Ovarialzysten ist durch den Einsatz der Sonographie deutlich gestiegen (TEBBLE et al., 2001).

Ebenso zuverlässig wie die bisher genannten Verfahren sind die zytologischen (KASIMANICKAM et al., 2004) und die bakteriologischen Untersuchungen (LEWIS, 1997).

Das Vorhandensein von Bakterien korreliert mit der Schwere von klinischen Erscheinungen (SHELDON et al., 2003).

Die Ergebnisse der bakteriologischen Untersuchung sind informativ, sie liefern aber nicht den Beweis, dass die Uterusinfektion auch behandelt werden muss, da bei den meisten Kühen die beim Partus eingedrungenen Keime zwei bis drei Wochen p.p. eliminiert werden (BONDURANT, 1999). Da anaerobe und aerobe Bakterien mit Uterusinfektionen in Verbindung stehen, sollten die Tests beide Typen von Organismen berücksichtigen (LEWIS, 1997).

Eine weitere Möglichkeit der gynäkologischen Untersuchungen ist die Bestimmung von Progesteron, entweder im Blutplasma oder in der Milch. Nach der Abkalbung können Konzentrationsbestimmungen Aufschluss darüber geben, wann der Ovarialzyklus wieder gestartet ist (FERGUSON, 1991; KINDAHL et al., 2004). Werte von über 5 ng/ml Milch deuten auf ein vorhandenes und aktives Corpus luteum hin (LING et al., 2004; SAMARÜTEL et al., 2004). Niedrige Progesteronkonzentrationen 19 bis 21 Tage nach der Belegung zeigen an, dass keine Konzeption stattgefunden hat. Hohe Progesteronkonzentrationen in diesem Zeitraum lassen mit einer Sicherheit von etwa 80 % auf eine stattgefundene Konzeption schließen (GRUNERT, 1999b). Ein Energiedefizit senkt die Progesteronkonzentration im Serum, vor allem bei Hochleistungskühen (REKSEN et al., 2002a; LUCY, 2004). RABIEE et al. (2002) fanden keinen Zusammenhang zwischen Trockenmasse- bzw. Energieaufnahme und Milchprogesteronkonzentrationen. Eine Behandlung von Endometritiden mit PGF_{2α} hat keinen Einfluss auf die Progesteronkonzentration 14 Tage nach der Behandlung (TENHAGEN et al., 2000).

2.3 Energiestoffwechsel

Der Energiebedarf für Erhaltung und Trächtigkeit steigt beim Milchrind während des letzten Monats a.p. um etwa 23 % an (VANDEHAAR et al., 1999). Kurz vor der Abkalbung nimmt die Östrogensekretion zu und beeinträchtigt die Energiebilanzsituation sowohl durch Senkung der Futteraufnahme um bis zu 30 % (VANDEHAAR et al., 1999) als auch durch Steigerung der Ablagerung von Triglyceriden in der Leberzelle. Dies hat auch Auswirkungen auf die postpartale Stoffwechselsituation (ROSSOW und JÄKEL, 2004). Bereits zu Beginn der Laktation reicht die Futteraufnahme nicht aus, die erforderliche Energie für Erhaltung und Milchproduktion aufzubringen (Abb. 1). Deshalb werden die Gewebereserven – v.a. Fett- und zu einem geringeren Teil Proteinspeicher – herangezogen, um die Milchleistung aufrechterhalten zu können (BEAM und BUTLER, 1999). Eine Kuh, die täglich 35 kg Milch produziert, benötigt drei mal mehr Energie für die Produktion als für die Erhaltung (BUTLER und SMITH, 1989). Erschwerend kommt hinzu, dass die

Milchleistung (4. bis 7. Woche p.p.) ihren Höhepunkt vor der maximalen Futteraufnahme (8. bis 11. Woche p.p.) erreicht (LUCY et al., 1991; STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004c).

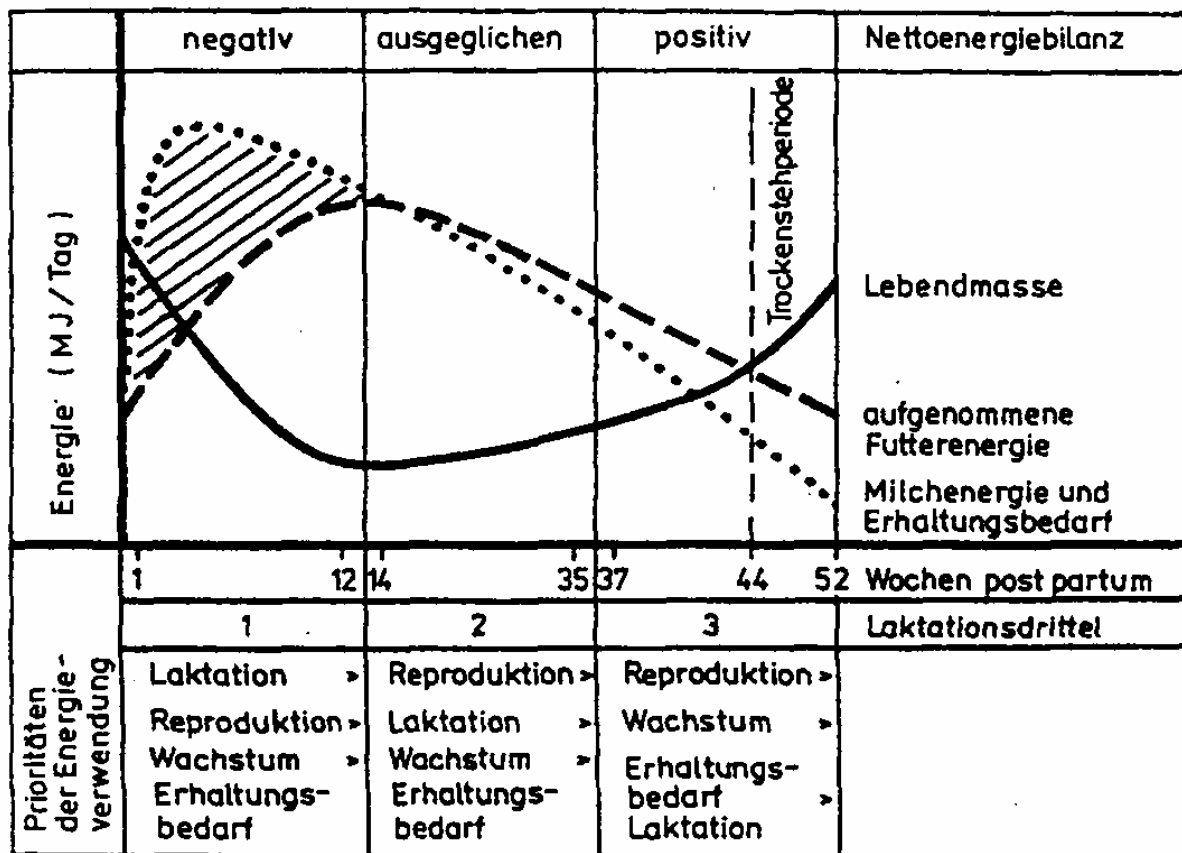


Abb. 1: Verlauf des Energiebedarfs für Erhaltung und Milchleistung, der Lebendmasse sowie der Energieaufnahme über das Futter bei Milchkühen (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004c)

Etwa 80 % der Kühe geraten durch eine negative Energiebilanz in eine katabole Stoffwechsellaage (DOMEQ et al., 1997). Eine negative Energiebilanz besteht, wenn die aufgenommene Nettoenergie kleiner ist als die Nettoenergie, die für die Erhaltung und die Produktion nötig ist (FERGUSON, 1991; JORRITSMA et al., 2003). Diese Differenz versucht die Kuh durch Mobilisieren von Energiereserven zu schließen. Hochleistungskühe können täglich bis zu 2 kg Körperfett mobilisieren, ihr Gesamtkörperfettabbau kann bis zu 150 kg betragen. Wichtiger als die absolute Fettmenge ist die Abbaugeschwindigkeit. Je langsamer diese ist, desto geringer sind die Risiken für Gesundheit und Fruchtbarkeit. Vor der Abkalbung können die freigesetzten Fettsäuren noch nicht vom Euter für die Milchfettsynthese genutzt werden. Sie lagern sich deshalb in der Leber ab und erhöhen die Gefahr einer Leberverfettung, die durch einen starken Anstieg der unveresterten freien Fettsäuren (FFS) vor dem Kalben im Blutplasma zu erkennen ist. Ein erhöhter FFS-Spiegel stellt einen Risikofaktor für das Auftreten von Geburtsstörungen, Nachgeburtsverhaltung (VANDEHAAR et al., 1999; REIST et al., 2002), Ketose, Labmagenverlagerung und Mastitis im peripartalen Zeitraum dar (CAMERON et al., 1998; REIST et al., 2002). Nach dem Partus kommt es zu einem Anstieg der Ketonkörper im Blut (ROSSOW und JÄKEL, 2004). Hier zeigen bereits Beta-Hydroxybuttersäure-Werte (BHB) über 1,00 mmol/l den Übergang zu einer subklinischen Ketose an (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004c).

Zu den wichtigsten Parametern für die Bestimmung der Energiebilanz zählen laut REIST et al. (2002) das Fett/Laktose-Verhältnis in der Milch und die FFS-Konzentrationen im Blut. Das Energiedefizit-Maximum fällt mit dem Zeitraum einer sinkenden Fettkonzentration in der Milch in den ersten Wochen p.p. zusammen (DE VRIES und VEERKAMP, 2000). Die Energiebilanzbestimmung wird durch Blutparameter, die zusätzlich zu Milchparametern untersucht werden, nicht genauer (REIST et al., 2002). Die Messung der Rückenfettdicke und die Lebendmassewägung hingegen sind grundlegende Untersuchungsmethoden zur Beurteilung des Energie- und Fettstoffwechsels (STAUFENBIEL et al., 1993). Sie können quantifiziert werden mit Hilfe von Messdaten der Futteraufnahme und des Körpergewichts (SPICER et al., 1989).

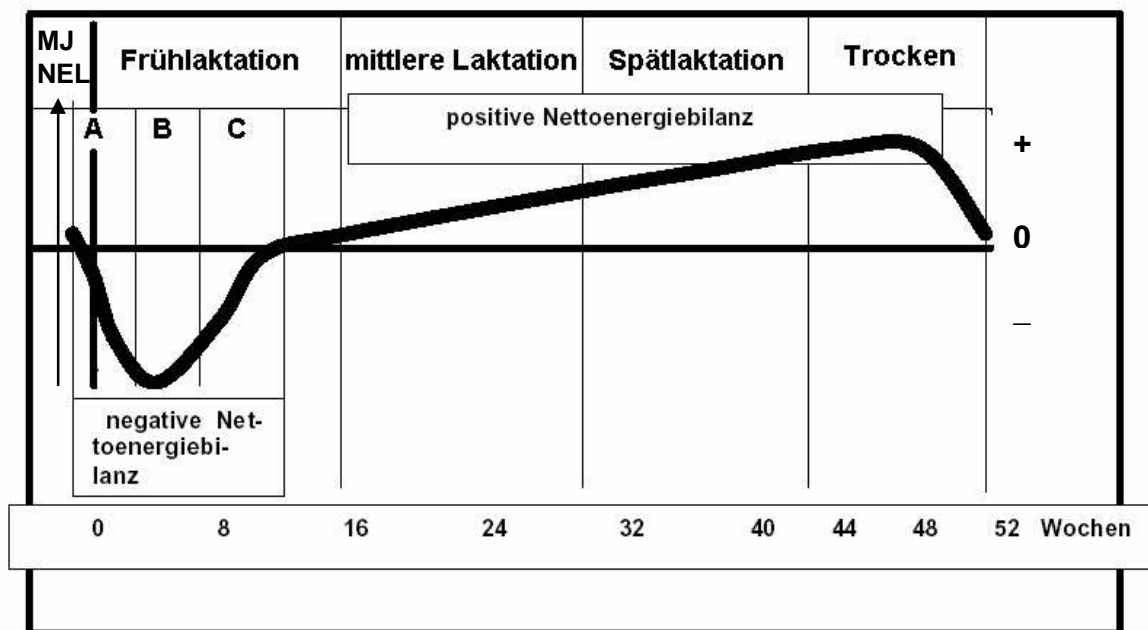


Abb. 2: Nettoenergiebilanz einer Hochleistungskuh (ROSSOW und JÄKEL, 2004)

Abbildung 2 verdeutlicht den Verlauf der Energiebilanz im Laktationsverlauf (ROSSOW und JÄKEL, 2004): Eine Woche vor dem Kalben bis zwei Wochen danach findet die Anpassung an die negative Energiebilanz statt (Abb. 2, A). Durch die erhöhte Lipolyse (tägliche Rückenfettdicken-(RFD)-Abnahme $>0,14$ mm bzw. >3 mm in den ersten drei Laktationswochen) besteht die Gefahr eines Fett-Mobilisationssyndroms. Ein Hinweis darauf zeigt sich bei Leberbiopsien im peripartalen Zeitraum, bei denen der Leberfettgehalt am Tag der Abkalbung auf das Dreifache ansteigt (BEAM und BUTLER, 1999).

In der dritten bis zur achten Woche p.p. können die Kühe bereits 1 kg Körperfett mehr verwerten und überschreiten nach der Anpassungsphase den Tiefpunkt der Konditionsabnahme (Konditionsnote 2,5 bzw. RFD von 13 mm) (Abb. 2, B). Das Maximum des Energiedefizits hängt direkt mit der Milchleistung zusammen (BEAM und BUTLER, 1999). Laut VILLA-GODOY et al. (1988) wird aber die Energiebilanz stärker durch die Energieaufnahme beeinflusst als durch die Milchleistung.

Auch in der Trockenperiode angelegte exzessive Körperfettreserven beeinflussen die Futteraufnahme in der Frühlaktation negativ und führen zu einer verstärkten Ausprägung der negativen Energiebilanz (RUKKWAMSUK et al., 1999). Dieser

Effekt kann sich bis zur 20. Laktationswoche auswirken (GARNSWORTHY und JONES, 1987).

Bis zur 10. bzw. 16. Woche p.p. sollte die Energiebilanz wieder ausgeglichen sein (BEAM und BUTLER, 1999; ROSSOW und JÄKEL, 2004). Es herrscht dann ein Gleichgewicht von Lipolyse und Lipogenese (Abb. 2, C). Leistungsstarke Tiere benötigen dafür mehr Zeit als leistungsschwache. Auch bei Tieren mit geringerer Trockenmasse-(TM)-Aufnahme dauert es länger (FERGUSON, 1991; BUTLER, 2000; ROSSOW und JÄKEL, 2004). Nach Untersuchungen von PEDRON et al. (1993) ist der Zeitpunkt der Bilanzumkehr abhängig vom Body-Condition-Score (BCS) zum Kalbezeitpunkt und verschiebt sich von 10 Wochen bei einem BCS von 3,0 auf 12 Wochen bei einem BCS von 4,0.

In der Zeit der negativen Energiebilanz ist auch die Infektionsabwehr beeinträchtigt. So erkrankten Kühe mit einem überhöhten Körperfettansatz in den ersten 75 Laktationstagen häufiger als optimal konditionierte Tiere (ROSSOW und JÄKEL, 2004). Weiterhin treten häufiger subklinische und klinische Stoffwechselstörungen wie Hypokalzämie und/oder Ketose oder Labmagenverlagerung auf (DRACKLEY, 1999; COLLARD et al., 2000). Auch Retentio secundinarum, Metritis, Mastitis (DRACKLEY, 1999) und vermehrt lahme Kühe (COLLARD et al., 2000) sind Folgen einer negativen Bilanz.

Kühe, die sich in einer negativen Energiebilanz befinden, zeigen eine schlechtere Fruchtbarkeit (AEBERHARD et al., 2001b). Als Beispiel für eine Störung der Fruchtbarkeit nennen BEAM und BUTLER (1999), BUTLER (2000) und JORRITSMA et al. (2003) einen verlängerten Zeitraum zwischen Abkalbung und erster Ovulation bei Kühen mit großem Abfall des Body-Condition-Scores. Die für die Ovulation notwendige Sekretion von LH wird solange unterdrückt, bis das Maximum der negativen Energiebilanz überschritten ist (HEUWIESER et al., 1995). Nachdem der Brunstzyklus gestartet ist, hat die Energiebilanz keinen Einfluss mehr darauf (LUCY et al., 1991). Die Beziehungen zwischen negativer Energiebilanz und Fruchtbarkeit zeigen am besten die IGF-I-Konzentrationen (MEIKLE et al., 2004). Kühe mit positiver Energiebilanz während der ersten 12 Wochen p.p. haben höhere Serumkonzentrationen an IGF-I und höhere Progesteronkonzentration als Kühe mit negativer Energiebilanz (SPICER et al., 1990).

2.4 Möglichkeiten der Beurteilung des Stoffwechsels

2.4.1 Konditionsbeurteilung

Der Begriff Körperkondition kann allgemein als Ernährungszustand definiert werden. Bei der Beurteilung steht die Bewertung des Fettansatzes im Vordergrund. Zu Beginn der Laktation kommt es durch den Abbau von Energiereserven aus Fett- und Proteinspeichern zur Abnahme der Körperkondition. Erst nach der achten Woche p.p. nimmt sie wieder zu (BEAM und BUTLER, 1999).

Nach STAUFENBIEL und SCHRÖDER (2004b) stehen zur Beurteilung der Körperkondition drei Möglichkeiten zur Verfügung:

- Lebendmasse-Wägung,
- Body Condition Scoring,
- Messung der Rückenfettdicke.

Die Lebendmasse-Wägung ist die älteste und bekannteste Methode (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004a). Sie ermöglicht die gleichzeitige Erfassung der beiden wichtigen Körperenergiedepots Protein und Fett (STAUFENBIEL et al., 1993). Bei

Milchkühen der Rasse Holstein Friesian wird in der Früh-laktation ein Lebendmasseabbau von 50 kg als physiologisch akzeptiert (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004a). Die geringste Lebendmasse soll dabei zwischen der 5. und 10. Woche p.p. erreicht werden (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004c). Beim Fettabbau kommt es zur Einlagerung von Wasser. Der Energiegehalt pro kg Lebendmasse (LM) unterliegt daher einer großen Variation. Außerdem muss der Füllungszustand des Verdauungsapparates und eine mögliche Trächtigkeit berücksichtigt werden. Daher ist nur bei täglicher Messung eine objektive Aussage über den Umfang an mobilisierter oder deponierter Energie möglich (STAUFENBIEL et al., 1993; KLAUHN und STAUFENBIEL, 1997). Hinzu kommt, dass bei Jungkühen zwischen Lebendmasse und Körperfettgehalt keine oder nur eine geringe Korrelation besteht (STAUFENBIEL et al., 1993).

Beim Body-Condition-Scoring (BCS) wird die Körperkondition subjektiv durch Betrachten und/oder Betasten der Tiere beurteilt. Nach EDMONSON et al. (1989) kann auf das Betasten verzichtet werden. Die Beschreibung erfolgt mit Konditionsnoten von 1 (extrem mager) bis 5 (extrem fett) anhand eines Piktogramms (DE KRUIF et al., 1998) (Abb.3).



























	Score	Dornfortsätze (DF) (individuelle Unterschiede)	Verbindungsline zwischen Quer- und Dornfortsätzen	Querfortsätze (QF)	Überstehender Teil der LW-Querfortsätze (Pansenfüllung!)	Hüftböcker und Sitzbeinhöcker	Bereich zwischen Hüft- und Sitzbeinhöcker	Bereich zwischen den Hüftböckern	Schwanzwurzel und Sitzbeinhöcker
hochgradig unterkonditioniert (abgemagert)	1,00	einzelne Dornfortsätze treten deutlich hervor, "sägezahnähnlich"	tiefe eingesenkt	deutlich hervortretende >1/2 sichtbar	deutlicher Sims, hager	extrem scharf, kein Fettgewebe	völliger Fleischverlust	sehr stark eingesunken	Knochen deutlich hervortretend, tiefe V-förmige Beckenausgangsgrube
	1,25								
	1,50								
	1,75			1/2 sichtbar					
	2,00	einzelne Fortsätze zu erkennen	deutlich eingesenkt		vorstehender Sims	vorstehend	stark eingefallen		Knochen hervortretend, U-förmige Beckenausgangsgrube
Knochenvorsprünge gut sichtbar	2,25			1/2-1/3 sichtbar					
	2,50	deutlich hervorstehende Rückenlinie		1/3-1/4 sichtbar	leicht vorstehend		dünne Fleischauflage	deutlich eingesunken	erste Anzeichen von Fett
	2,75								
	3,00		leicht konkave Linie	<1/4 sichtbar	kaum vorstehend	weich	eingesunken	leicht eingesunken	Knochen weich abgehoben, Fettauflage, Beckenausgangsgrube flach
	3,25			weich QF angedeutet					
ausgeglichene Nährstoffbilanz (Ausbildung von Skelettvorsprüngen und übrigen Gewebe im Gleichgewicht)	3,50	weiche Rückenlinie, DF treten nicht hervor	leicht geneigt	leichte Konturbildung, keine einzelnen QF erkennbar		abgedeckt	leicht eingesunken	wenig eingesunken	
	3,75						wenig eingesunken		
	4,00	flache Rückenlinie, DF nicht erkennbar	fast waagrecht	weiche, runde Enden	nicht vorstehend	mit Fettgewebe bedeckt, abgerundet		flach, eben	Knochen von Fett umgeben, abgerundet, Beckenausgangsgrube angedeutet
	4,25								
	4,50			Enden kaum erkennbar		im Fett verschwunden			Knochen im Fett verschwunden, Beckenausgangsgrube mit Fett angefüllt, Fettgewebefalten
hochgradig überkonditioniert	4,75								
	5,00	DF von Fettauflage verdeckt	abgerundet konvex	im Fett verschwunden	abgerundet		abgerundet	abgerundet	

Abb. 3: Konditionsindex-Bestimmungstafel (in Anlehnung an EDMONSON (1989); modifiziert von R. Mansfeld) (DE KRUIF et al., 1998)

Die Abnahme der Körperkondition um eine Einheit auf der Fünfpunkteskala entspricht etwa 1600 MJ kumulative negative Energiebilanz (HEUWIESER et al., 1995). Zwischen Konditionsnote und dem Gesamtkörperfettgehalt sowie der Höhe der subkutanen Fettschicht bestehen enge Korrelationen (STAUFENBIEL et al., 1993; DECHOW et al., 2000). Bei Veränderungen im BCS konnten auch Veränderungen bei einigen Blutparametern (Bilirubin, BHB, FFS) festgestellt werden. So entwickelten Kühe mit einem BCS von über 3,25 a.p. und einer BCS-Veränderung von über 0,75 in den ersten zwei Monaten p.p. Zeichen einer subklinischen Ketose (GILLUND et al., 2001; BUSATO, 2002). Das Risiko einer Hypokalzämie ist bei überkonditionierten Kühen ($\text{BCS} \geq 4$) 3,3 mal größer und das Risiko einer Endometritis ist bei unterkonditionierten Kühen ($\text{BCS} \leq 2$) in den ersten 20 Tagen p.p. 1,9 mal größer als bei normalkonditionierten Kühen (BCS 2 bis 4) (HEUER et al., 1999). Eierstockszysten kommen sowohl bei Kühen mit zu hohem als auch zu niedrigem Fettanteil vor (HASLER et al., 2004). Auch ein hoher BCS direkt p.p., hohe Anfangsmilchleistung und ein Fett/Eiweiß-Verhältnis in der Milch über 1,5 steigern den Konditionsverlust (HEUER et al., 1999; GILLUND et al., 2001; LOPEZ-GATIUS et al., 2003; LING et al., 2004).

Bei der Messung der Rückenfettdicke (RFD) handelt es sich um eine objektive Meßmethode. STAUFENBIEL und SCHRÖDER (2004a) empfehlen zur Messung einen sakralen Messpunkt. Er liegt auf der Verbindungslinie zwischen dem dorsalen Teil des Tuber ischiadicum und dem oberen Bereich des Tuber coxae, ungefähr eine Handbreite vom Tuber ischiadicum entfernt. BRUCKMAIER et al. (1998) hingegen verwenden den lumbalen Messpunkt. Er befindet sich im rechten Winkel zu den Dornfortsätzen, zwischen der 12. und 13. Rippe und des fünften Lendenwirbels. Darüber hinaus wird der maximale Durchmesser des M. longissimus dorsi bestimmt. Pro Tier werden zwei Bilder erfasst (siehe Abb. 4 und Abb. 5).

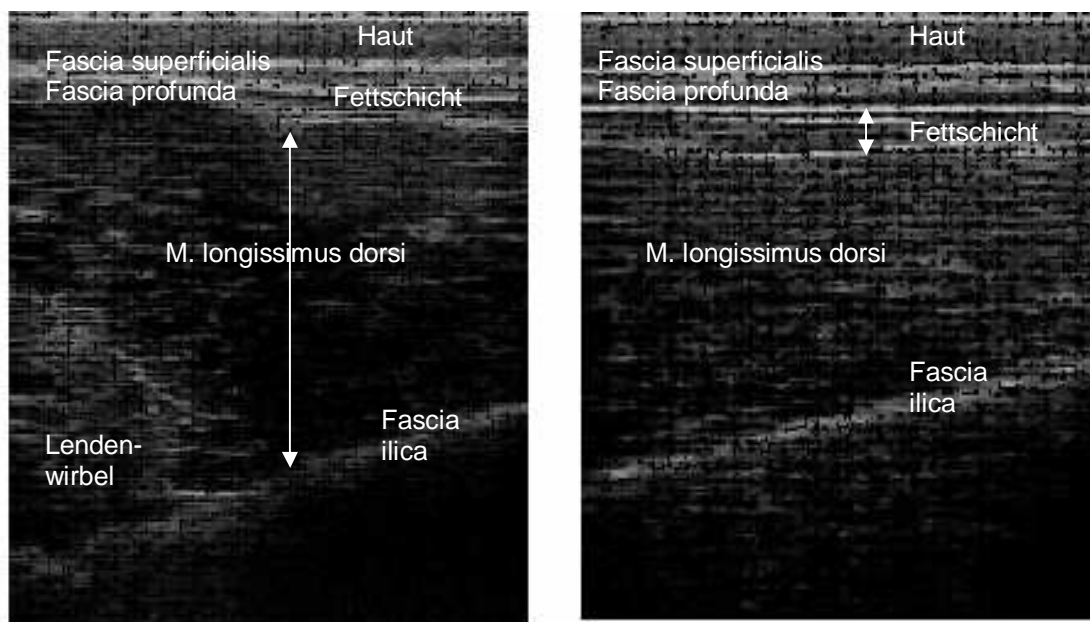


Abb. 4 u. Abb. 5: Mediales (li) und laterales (re) Bild zur Erfassung des Maximums des M. longissimus dorsi und der Rückenfettdicke

Die Dicke des Unterhautfettgewebes im Rückenbereich spiegelt mit hoher Genauigkeit (Korrelation von 0,8 (KLAWUHN und STAUFENBIEL, 1997)) den

Körperfettgehalt eines Rindes wider. Die RFD-Messung ist zur Beschreibung der zu erwartenden Beziehungen zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit (und allgemeiner Gesundheit) geeignet. Bewegt sich die Kondition einer Herde innerhalb der vorgeschlagenen Referenzgrenzen für die RFD, ist auf Basis des Energiestoffwechsels zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit keine Konkurrenz zu erwarten (STAUFENBIEL et al., 2004). Die Abnahme der RFD ist ein quantitatives Maß für die Lipolyseintensität, die Zunahme für die Lipogeneserate (STAUFENBIEL, 1997) bzw. für die Energiebilanz (STAUFENBIEL et al., 1993). 1 mm RFD-Änderung entspricht einer Zu- bzw. Abnahme des Körperfettgehaltes um ca. 0,75 %. So erbringen z.B. ca. 5 kg Körperfett ca. 200 MJ Nettoenergie (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004a), was für die Bildung von 55 kg Milch ausreicht und in einem Lebendmasseverlust von weniger als 50 kg resultiert. Um bei gleichem Lebendmasseverlust (50 kg) ähnliche Mengen Milch (65 kg) aus Körperprotein zu synthetisieren, sind davon 10 kg Körperprotein, also die doppelte Menge, nötig (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004a). Für die Bestimmung der Proteinmobilisation ist es wichtig – besonders bei schlecht konditionierten Kühen – die Muskeldicke mitzubestimmen (BRUCKMAIER et al., 1998). Die RFD-Messung ist der LM-Wägung bei der Einzeltierbewertung überlegen (STAUFENBIEL et al., 1993). Es lassen sich aber vergleichbare Schlüsse bezüglich den Wechselbeziehungen zwischen Energiestoffwechsel und Milchleistung, Fruchtbarkeit und Gesundheit ziehen (STAUFENBIEL et al., 1993). Noch interessanter als die RFD-Messung allein ist die sich aus der wiederholten Messung ergebende Veränderung der Rückenfettdicke. Die gemessene Zunahme der Fettauflage ist ein Maß für den mittleren Fettansatz, die Abnahme für den mittleren Fettabbau. Diese Änderung ist ein direktes Maß für die Energiebilanz der Milchkuh. Über die Fettdickenzunahme lässt sich eine positive, über die Fettdickenabnahme eine negative Energiebilanz darstellen. Die Vorzeichenänderung der Messwertdifferenz zeigt den Zeitpunkt des Wechsels von der negativen zur positiven Energiebilanz im Laktationszyklus an (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004a). Eine steigende Rückenfettdicke vor der Abkalbung geht mit einer höheren Milchleistung einher, allerdings nur, solange der höhere Fettansatz keine Erkrankungen provoziert. Jede Zunahme der Rückenfettdicke a.p. um 1 cm resultiert in einem 5,65 – 8,04 Mal höheren Risiko für die Entstehung einer Ketose p.p. Das Risiko an einer Metritis, Mastitis oder linksseitigen Labmagenverlagerung zu erkranken bleibt davon unberührt (JOSHI et al., 2004). Ein höherer Fettansatz bedingt einen kontinuierlichen Rückgang der Futteraufnahme. Dieser negative Effekt lässt sich sowohl für den Zusammenhang Rückenfettdicke zum Abkalbezeitpunkt als auch zum Betrag der Änderung der Rückenfettdicke in der Frühlaktation nachweisen (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004c). Als optimale Kondition zur Abkalbung bei Holstein-Friesian-Kühen wird eine Rückenfettdicke zwischen 20 und 30 mm (entspricht einem Körperfettgehalt von 100 bis 150 kg) angesehen (Abb. 6) (STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004c).

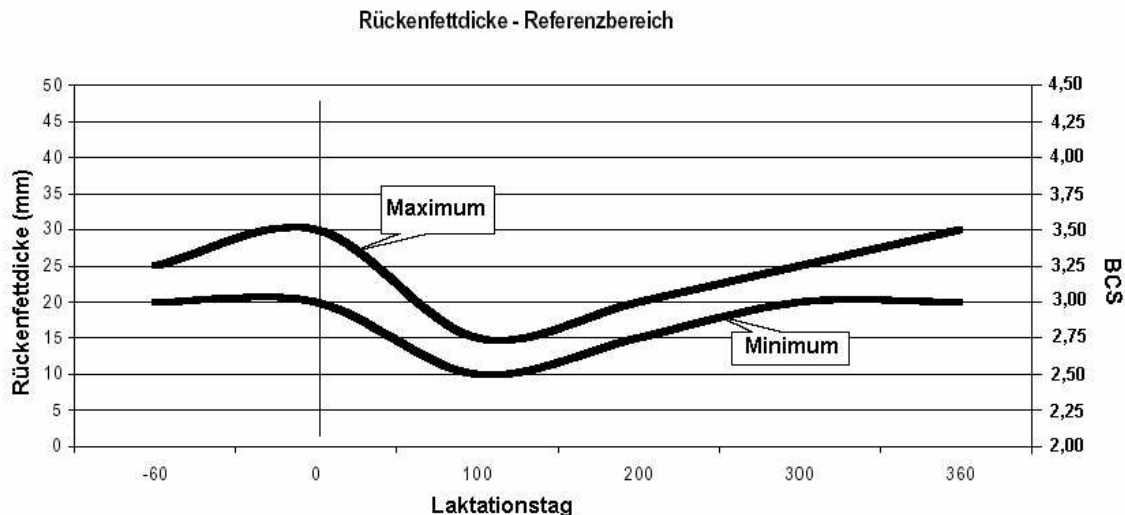


Abb. 6: Rückenfett dicke – Referenzbereich im Laktationsverlauf bei Holstein-Friesian-Kühen (STAUFENBIEL, 2004)

2.4.2 Blutuntersuchung

Nach FÜRLL (2005) liegen die wichtigsten Kontrollpunkte für eine solide Bewertung der Gesundheitssituation beim Wiederkäuer erstens ein bis zwei Wochen vor der Abkalbung. Hier können die Energiestoffwechselbelastungen, die Fettmobilisierung und das Risiko für Ketosen überwacht werden. Zweitens sind am dritten Tag nach der Abkalbung die Mängel der Trockenstehperiode sowie die Belastungen durch die Kalbung am deutlichsten erkennbar. Und drittens fallen in die 2. bis 12. Woche nach der Abkalbung die höchste Milchleistung, die maximale Futteraufnahme und das sich vermindernde Energiedefizit. Außerdem kann es in diesem Zeitraum zu Pansenazidose, Pansenalkalose, Fettmobilisierung, Ketose und Fruchtbarkeitsstörungen kommen.

β -Carotin wird mit dem Futter aufgenommen und nach der Pansenpassage durch die β -Carotinase in Vitamin A umgewandelt (1 mg β -Carotin = 400 IE Vitamin A). Dies findet in Dünndarmschleimhaut, Leber, Euter, Niere und Ovar statt (ROSSOW, 2004e). Vitamin A ist verantwortlich für die Bildung von proteolytischen Enzymen, die die Follikelmembran abbauen und so die Ovulation ermöglichen (GOSSEN et al., 2004). β -Carotin-Mangel wurde in den letzten Jahrzehnten häufig mit schlechter Fruchtbarkeit in Verbindung gebracht (FÜRLL, 2004b). LOTTHAMMER und WITTKOWSKI (1994) zählen hierzu Stillbrunst, Brunstlosigkeit, Eierstockszysten und embryonalen Fruchttod. Klinische Erscheinungen treten auf, wenn die Vitamin-A-Konzentrationen in der Leber weniger als 25 IE/g betragen (ROSSOW, 2004e). Dies entspricht einem unteren Grenzwert von β -Carotin im Blutplasma von 2000 $\mu\text{g/l}$ (ROSSOW, 2004e). Dieser Mangel resultiert durch Herabsetzung der Leistungsfähigkeit des Immunsystems in Endometritiden oder Mastitiden (GOSSEN et al., 2004). Allerdings sind sich die Autoren einig, dass β -Carotin in der Praxis nur unter extremen Bedingungen als alleinige Ursache für ein Fruchtbarkeitsproblem in Frage kommt. So ist heutzutage in Hochleistungsbetrieben ein β -Carotin-Mangel nahezu ausgeschlossen (GOSSEN et al., 2004).

Bilirubin gehört zu den Leberfarbstoffen und entsteht zum überwiegenden Teil aus dem Abbau von Hämoglobin. Nach der Abspaltung von Eisen wird daraus im

Reticuloendothelialen System (RES; v.a. in Milz, Kupfer-Zellen und Knochenmark) das primäre, wasserunlösliche und lipidlösliche Bilirubin I gebildet. Mit Hilfe des Albumins gelangt es in die Leber, wird dort durch Konjugation mit Glucuronsäure zu wasserlöslichem Bilirubin II und anschließend zusammen mit der Galle in den Dünndarm ausgeschieden (KRAFT und DÜRR, 1999). Der Referenzbereich von Bilirubin liegt beim Rind unter 5,3 $\mu\text{mol/l}$ (37°C) (FÜRLL, 2005) bzw. unter 6,8 $\mu\text{mol/l}$ (ROSSOW, 2004e). Konzentrationen bis 20 $\mu\text{mol/l}$ zeugen von der natürlichen Reaktion auf einen Energiemangel und sind relativ unbedeutend. Höhere Werte weisen auf Mikrohämolysen bei Septikämien hin. Erst Konzentrationen über 50 $\mu\text{mol/l}$ sind prognostisch weniger günstig und kommen bei nekrotisierenden Mastitiden oder Endometritiden sowie bei Salmonellosen und schweren Leberschäden vor (FÜRLL, 2004b, 2005). WEST (1990) zeigte signifikant positive Korrelationen zwischen dem Grad der Leberverfettung in Kühen mit Ketose oder Fettlebersyndrom und den Konzentrationen an Gesamtbilirubin.

Die Aspartat-Amino-Transferase (AST) ist ein leber- und muskelspezifisches Enzym. Ihre Aktivität spiegelt zum einen den Zustand der Leberzellmembran wider, ist aber auch erhöht bei Muskel-, Uterus- und Labmagenschäden (FÜRLL, 2004b, 2005), sowie bei linksseitig verlagertem Labmagen (VAN WINDEN et al., 2003; SATTLER und FÜRLL, 2004). Die höchste AST-Aktivität findet man im Skelettmuskel, gefolgt von der Herzmuskulatur und der Leber. Der Referenzbereich liegt bei unter 80 U/l (37°C) (FÜRLL, 2004b, 2005) bzw. unter 100 U/l (EL-GHOUL et al., 2000). Werte über 200 U/l weisen auf schwere Leberschäden hin (FÜRLL, 2004b). Laut ROSSOW (2003) sinkt die AST-Konzentration bis zum Zeitpunkt der ersten Ovulation linear.

Creatinkinase (CK) ist ein muskelspezifisches Enzym und wichtig für die Zuordnung von AST-Veränderungen. Der Referenzbereich liegt bei unter 100 U/l (37°C) bzw. unter 200 U/l bei Kühen kurz p.p. (FÜRLL, 2004b, 2005).

Gleichzeitig erhöhte Konzentrationen von AST und CK sind meist von myogenem Ursprung. Diese Konstellation findet sich aber auch häufig bei Endometritiden (SATTLER und FÜRLL, 2004).

Glutamat-Dehydrogenase (GLDH) ist lebermitochondrialen Ursprungs. Erhöhte Aktivität der Glutamat-Dehydrogenase gilt als Zeichen für prognostisch ungünstige Leber- und Nierenschäden. Außerdem zeigt sie den Verlauf des Harnstoffumsatzes. Der Referenzbereich liegt bei unter 40 U/l (37°C) (FÜRLL, 2004b, 2005). Werte über 100 U/l weisen auf schwere Leberschäden hin (FÜRLL, 2004b).

γ -Glutamyl-Transferase (GGT) ist in der Membranstruktur der Leber lokalisiert und somit ein leberspezifisches Enzym. Sie ist erhöht bei Cholestase. Der Referenzbereich liegt bei unter 50 U/l (37°C) (FÜRLL, 2004b, 2005).

Die Alkalische Phosphatase (AP) gehört zu den Phosphatasen und ist in fast allen Geweben des Organismus nachzuweisen. Sie gibt Auskunft über den Zustand des Säure-Basen-Haushalts, ist erhöht bei Knochenweiche (Rachitis) und Cholestasen sowie erniedrigt bei azidotischen Belastungen und Diarrhöen. Der Referenzbereich für AP wird altersabhängig bei Tieren bis einschließlich drei Jahren bis 500 U/l (37°C) und bei Tieren über drei Jahren bis 100 U/l angegeben (KRAFT und DÜRR, 1999; FÜRLL, 2004b, 2005).

β -Hydroxybuttersäure (BHB) zählt neben Azetoacetat und Azeton zu den Ketonkörpern. Die Bildung dieser Ketonkörper ist, unter physiologischen Stoffwechselbedingungen, kein krankhafter Vorgang. In einer Mangelsituation kann die Leber durch Bildung von β -Hydroxybuttersäure aus freien Fettsäuren andere Gewebe rasch mit Energie versorgen. Die Ketonkörper stellen für die Körperzellen oxidierbare Substanzen zur Energiegewinnung dar, gerade während der Energiemangelsituation in den ersten drei bis sechs Wochen der Laktation (GASTEINER, 2000). Die Konzentration ist abhängig von sowohl individuellen Faktoren wie Futteraufnahme als auch Herdenfaktoren wie Rationsgestaltung in Trockenperiode und Transitphase (ENJALBERT et al., 2001). BHB ist ein Indikator für Imbalancen im Energiestoffwechsel (FÜRLI et al., 1998; JORRITSMA et al., 2003) und steigt beim Abbau von Körperfett an (BUSATO, 2002). Laut REIST et al. (2000) korreliert BHB negativ mit der Energiebilanz. Der Referenzbereich liegt bei unter 0,53 mmol/l. Erhöhte Konzentrationen weisen auf Energiemangel hin (FÜRLI, 2004b, 2005). BHB korreliert auch signifikant mit der Milchleistung (WEHREND und BOSTEDT, 2005). So haben Hochleistungskühe höhere BHB-Konzentrationen als niedriger leistende Kühe (HART et al., 1978). ENJALBERT et al. (2001) spricht ab Blutserum-Konzentrationen über 1,20 mmol/l ganz allgemein von einer Ketose. Für STAUFENBIEL (2004c) beginnt ab 1,00 mmol/l der Übergang zu einer subklinischen Ketose. GASTEINER (2000) und DUFFIELD et al. (2004) dagegen sprechen davon erst ab einer Konzentration von über 1,40 mmol/l. Laut REIST et al. (2000) sind maximale Werte von Ketonkörpern zwischen Abkalbung und erster Ovulation bessere Indikatoren für das Wiedereinsetzen des Ovarialzyklus als minimale: Je größer die maximale Konzentration an Ketonkörpern im Blut ist, desto größer ist die Menge an unvollständig oxidierten Fettsäuren vor dem Wiedereinsetzen des Zyklus und desto länger ist der Abstand von Abkalbung bis zur ersten Ovulation (LING et al., 2004). Erhöhte Ketonkörperkonzentrationen sind auch assoziiert mit Produktionsverlust, Absinken der Fertilität und Ansteigen von entzündlichen Krankheiten wie Endometritis und Mastitis (REIST et al., 2000) sowie linksseitig verlagertem Labmagen (VAN WINDEN et al., 2003).

Nicht-veresterte (freie) Fettsäuren (NEFA od. FFS) entstehen während der Fettmobilisation (Lipolyse) durch die Spaltung von Triglyceriden in FFS und Glycerin. Dies geschieht in erhöhtem Maße bei akutem Energiemangel durch verminderte Futteraufnahme im Abkalbezeitraum bei Tieren mit sehr guter Körperkondition bzw. bei hoher Milch- (einsatz-) leistung (BLUM, 2004). Diese FFS dienen zum einen der Energiegewinnung in verschiedenen Körpergeweben, zum anderen werden sie im Euter für die Milchfettsynthese genutzt. In der Leber wird das Überangebot in Form von Triglyceriden in der Leberzelle gespeichert. Die Ausschleusung erfolgt über drei Wege: Vollständige Oxidation zu CO_2 , Bildung von Ketonkörpern sowie Einbau in Lipoproteine und Abgabe dieser in die Blutbahn (ROSSOW, 2004b). Bei der Ketose werden die FFS bevorzugt zu Ketonkörpern umgewandelt (Abb. 7), weil die vollständige Oxidation wegen Mangels an Glucose bzw. Oxalacetat gestört ist (ROSSOW, 2004c).

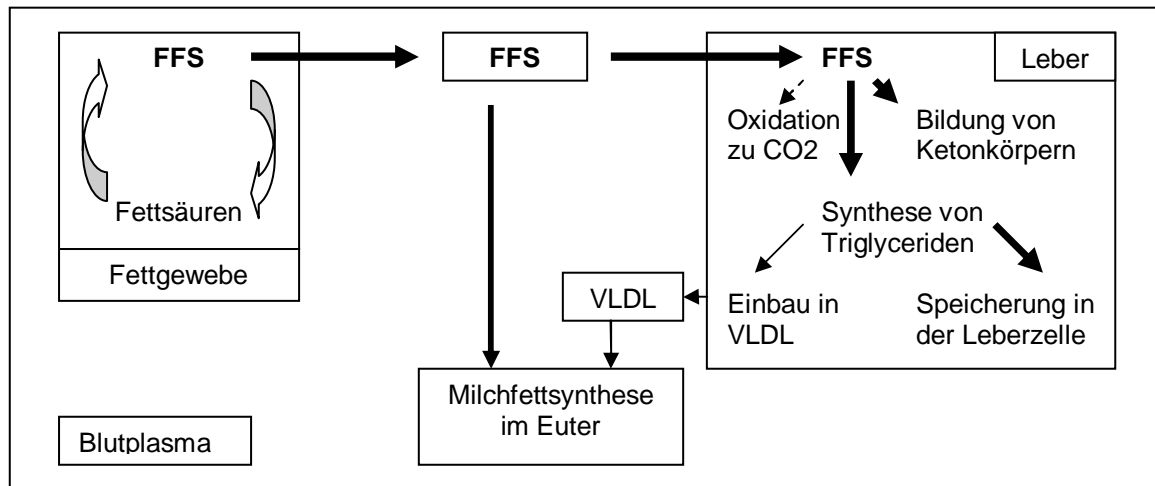


Abb. 7: Stoffwechsel der FFS zu Laktationsbeginn (ROSSOW, 2004c)

DUFFIELD et al. (2004) beschreiben eine signifikante Beziehung zwischen der Konzentration von FFS eine Woche vor dem errechneten Kalbetermin und der Inzidenz von subklinischer Ketose in den folgenden Laktationen: Bei einer FFS-Konzentration von über 700 $\mu\text{mol/l}$ erhöht sich das Risiko einer subklinischen Ketose um das fünffache. Die Analyse der freien Fettsäuren ermöglicht die Bewertung gesteigerter Lipolyse, da die FFS negativ mit der Energiebilanz korrelieren (REIST et al., 2000; BUSATO, 2002). Laut VAN SAUN (2000) und OBESE et al. (2004) reagieren die FFS während der Transitphase sensibler auf Änderungen der Energiebilanz als das Body-Condition-Scoring. Die FFS-Konzentration erhöht sich bereits sieben Tage vor dem Kalben und erreicht ihren Gipfel drei bis vier Tage p.p. Danach sinkt sie bis zur dritten Woche p.p. auf ein relativ niedriges Niveau. Der Referenzbereich liegt bei unter 620 $\mu\text{mol/l}$ (FÜRL, 2005). Bei Hochleistungskühen liegen die FFS-Konzentrationen höher als bei Kühen mit geringeren Milchleistungen (HART et al., 1978). Erhöhte Konzentrationen haben negative Auswirkungen auf die Fruchtbarkeit durch niedrigere Progesteronkonzentrationen und geringerem Gewicht des Corpus luteums (JORRITSMA et al., 2003). Außerdem zeugen sie von einer schlechten Anpassung an das Energiedefizit (FÜRL, 2004b, 2005). FFS sind ein diagnostischer Indikator für das Erkrankungsrisiko in Problemherden mit einem hohen Anteil von Krankheiten um den Abkalbezeitraum (KANEENE et al., 1997; VAN SAUN, 2004). Je stärker die Reduktion der Futteraufnahme vor dem Kalben, desto intensiver ist die Freisetzung von FFS aus den Fettdepots (CADORNIGA-VALINO et al., 1997; ROSSOW, 2004b). CONNER (2004) zeigte, dass erhöhte FFS-Konzentrationen bis zu sieben Tagen vor dem Abkalben assoziiert sind mit einem größeren Risiko für Ketose, Labmagenverlagerung (VAN WINDEN et al., 2003) und Retentio secundinarum, aber keinem Risiko für Milchfieber und Metritis. Hohe FFS-Konzentrationen p.p. erhöhen außerdem das Risiko für eine verzögerte erste Ovulation (OBESE et al., 2004; SHRESTHA et al., 2004b).

Insulin-like-Growth-Factor-I (IGF-I) ist ein Wachstumsfaktor, der unter dem Einfluss von Wachstumshormon (Somatotropes Hormon) vor allem in der Leber gebildet wird. Er stimuliert unter anderem die Proliferation und Differenzierung von Granulosazellen, indem er kleine Follikel (5mm Durchmesser) für Gonadotropin sensibilisiert (SPICER et al., 1990; MAZERBOURG et al., 2003; GINTHER et al., 2004). Er agiert wie ein co-gonadotropes Hormon, das FSH und LH mitbeeinflusst (TAYLOR et al., 2004). Dadurch kommt es zu einem IGF-I-induzierten

Follikelwachstum (HIPPEL et al., 1999; JORRITSMA et al., 2003). Nebenbei ist IGF-I ein potenter Stimulator der Progesteronproduktion (SPICER et al., 1989). Unmittelbar nach dem Kalben bestehende Hypokalzämien sowie postpartale negative Energiebilanzen hemmen die IGF-I-Sekretion (SPICER et al., 1990; JORRITSMA et al., 2003; BOUSQUET et al., 2004). Laut SPICER et al. (1990) und REIST et al. (2000) haben Kühe mit positiver Energiebilanz während der ersten 12 Wochen p.p. höhere Konzentrationen an IGF-I. In der 5. Woche p.p. sinken die IGF-I-Konzentrationen auf die tiefsten Werte, anschließend steigen sie wieder, bleiben aber unter den Werten von vor der Abkalbung (LUCY, 2000; AEBERHARD et al., 2001a; BUSATO, 2002). Laut PRANGE (2001) lassen sich dazu folgende Werte angeben: 32,68 nmol/l (ca. 6 Wochen a.p.) – 6,54 nmol/l (zwischen Kalbe- und 5. Woche p.p.) – 13,07 nmol/l (zwischen 10. und 12. Woche p.p.). Die Konzentrationen variieren je nach Alter, Trächtigkeits- und Laktationsstatus (TAYLOR et al., 2004). IGF-I ist positiv assoziiert mit Körperkondition und Futteraufnahme (LUCY, 2000; SPICER et al., 2000; TAYLOR et al., 2004). Laut FRANCISCO et al. (2003) ist IGF-I der höchst signifikante Indikator für die Anzahl der Tage bis zur ersten Ovulation. IGF-I ist in den ersten zwei Wochen p.p. höher bei Kühen, deren erster dominanter Follikel ovuliert als bei Kühen, deren erster dominanter Follikel nicht ovuliert (DISKIN et al., 2003). Kühe mit normalem Brunstzyklus haben höhere Plasma-IGF-I-Konzentrationen als brunstlose Kühe und kürzere Intervalle von Abkalbung bis zur ersten Ovulation (OBESE et al., 2004). Kühe mit höheren Spitzenmilchleistungen haben niedrigere IGF-I-Konzentrationen und benötigen nach der Abkalbung länger bis zum Beginn der Ovaraktivität. Werte über 3,27 nmol/l eine Woche nach der Abkalbung bzw. Werte über 6,54 nmol/l zum Zeitpunkt der ersten Belegung erhöhen die Wahrscheinlichkeit der Konzeption um das fünffache (TAYLOR et al., 2004). Daneben hat IGF-I zusammen mit dem Wachstumshormon auch noch immunmodulierende Effekte: Es korreliert negativ mit der Antikörperantwort (MALLARD et al., 1997).

2.4.3 Milchleistung

Die normale Länge einer Laktation liegt im Durchschnitt bei 305 Tagen. Die Durchschnittliche Milchleistung je Kuh und Jahr lag 2003 bei 6.537 kg (STATISTISCHES-BUNDESAMT, 2005) bzw. 7355 kg (LKV, 2003) in Deutschland und bei 6370 kg in Bayern (LKV, 2003). Die Laktationskurve kann in drei Abschnitte eingeteilt werden (ROSSOW, 2004d):

1. Steiler Leistungsanstieg in der 1. und 2. Laktationswoche (LW),
2. Oberer Leistungsbogen von der 3. bis 11. LW,
3. Leistungsabfall von der 12. bis 44. LW.

Der Verlauf des zweiten Abschnitts entscheidet maßgeblich über die Gesamtlaktationsleistung. Jungkühe (1. Laktation) haben einen geringer ausgeprägten oberen Leistungsbogen. Nach dem Laktationspeak soll die Leistung von Jungkühen um nicht mehr als 0,2 %/Tag sinken, bei adulten Kühen um nicht mehr als 0,3 %/Tag. Aus Sicht des Energiestoffwechsels ist ein flacher Kurvenverlauf wünschenswert, da er die postpartale negative Energiebilanz entschärft (ROSSOW, 2004d). Bei steigender Milchleistung ist die negative Energiebilanz stärker und länger ausgeprägt (ROSSOW, 2002). Hochleistungskühe, die ihre Fettreserven vollständig aufgebraucht haben, sind nicht in der Lage, zum Laktationsende und während der Trockenstehperiode ausreichende Fettreserven anzulegen. Leistungsschwächere Kühe setzen in der Spätlaktation übermäßige Mengen Fett an (ROSSOW, 2002). Ob es im weiteren Verlauf der Laktation und mit steigender Milchleistung zu vermehrten

Fruchtbarkeitsstörungen kommt, wird in der Literatur unterschiedlich beurteilt. (VILLA-GODOY et al., 1988; FERGUSON, 1991; STAUFENBIEL, 1992; DOMECCQ et al., 1997; BEAM und BUTLER, 1999; AEBERHARD et al., 2001b; LUCY, 2001; SANTOS et al., 2003). Laut LUCY (2001) zeigen viele Berichte einen Zusammenhang zwischen steigender Milchproduktion und sinkender Fruchtbarkeit.. Kühe haben nach Hypokalzämie in der Früh-laktation höhere Tagesmilchleistungen. Eine höhere Erst-Tagesmilchleistung erhöht das Risiko von Ovarialzysten oder Lahmheit, verringert das Abgangsrisiko und vermindert die Fruchtbarkeit. Sie ist damit ein besserer Indikator für Krankheit und Fruchtbarkeit als der Body-Condition-Score oder dessen Veränderung (HEUER et al., 1999).

2.4.4 Milchinhaltsstoffe

Milch besteht zu 87 % aus Wasser, 4,8 bis 5,0 % Laktose, 3,5 bis 4,5 % Fett, 3,0 bis 3,4 % Eiweiß und ca. 1 % Mineralsalze (EICHER, 2003).

Laktose ist ein Disaccharid bestehend aus Glukose und Galaktose und wird ausschließlich im Euter synthetisiert. Ihre Konzentration ist relativ konstant. Auch die Fütterung hat wenig Einfluss darauf (EICHER, 2003). Mit Hilfe der Laktose-Konzentration (Grenze: 4,9%) können Vorhersagen bezüglich der ersten und zweiten Ovulation p.p. mit einer Sensitivität von 84% und einer Spezifität von 86% getroffen werden (REKSEN et al., 2002b; FRANCISCO et al., 2003). Der Referenzbereich liegt zwischen 46 und 50 g/l (= 4,6 bis 5,0 %). Der Laktosegehalt ist erniedrigt bei unzureichender Energieversorgung und bei Mastitiden (FÜRL, 2005).

Der Harnstoffgehalt der Milch spiegelt vor allem das Proteinangebot im Verhältnis zur Energieversorgung wider. Ist die mikrobielle Proteinsynthese im Pansen infolge eines Mangels oder Überschusses (Pansenazidose) an leichtverdaulichen Kohlenhydraten vermindert, häuft sich das aus dem mikrobiellen Abbau stammende Ammoniak im Pansen an und wird anschließend resorbiert (ROSSOW, 2004d). Ebenso geben die beim Eiweißabbau durch die Mikroben anfallenden Aminosäuren nach ihrer oxidativen Desaminierung Aminogruppen frei, die rasch zu Ammoniak (NH₃) umgewandelt und in der Leber zu Harnstoff entgiftet werden. Bei Überschreitung der renalen Ausscheidungsquote steigt der Harnstoffgehalt im Blut an. Der Übertritt ins Euter erfolgt passiv, sodass sich ein Anstieg auch in der Milch widerspiegelt (SCHOLZ, 1990). Der Milchwarnstoff ist in Verbindung mit dem Milcheiweißgehalt ein Maß für das Energie-Eiweiß-Verhältnis im aufgenommenen Futter. Ein relativer Eiweißüberschuss führt zu steigenden, ein relativer Energieüberschuss zu sinkenden Milchwarnstoffgehalten (Tab. 1).

<u>Milcheiweiß (%)</u>	<u>Harnstoff (mmol/l)</u>	<u>Energie</u>	<u>Protein</u>
		<u>im Futter</u>	
<3,2	<2,5	↓	↓
<3,2	2,5 - 5,0	↓	Ø
<3,2	>5,0	↓	↑
>3,8	<2,5	↑	↑
>3,8	2,5 - 5,0	Ø	↑
>3,8	>5,0	↑	↓
3,2 - 3,8	<2,5	Ø	↓
3,2 - 3,8	2,5 - 5,0	Ø	Ø
3,2 - 3,8	>5,0	Ø	↑

Tab. 1: Einfluss der Energie- und Proteinversorgung auf den Eiweiß- und Harnstoffgehalt der Kuhmilch (Fürl 2005)

Diese Versorgungssituation lässt sich in einer Sechs-Felder-Tafel, in der Milchprotein gegen Milchharnstoff aufgetragen ist, darstellen und beurteilen (Abb. 8) (DE KRUIF et al., 1998; EICHER, 2004).

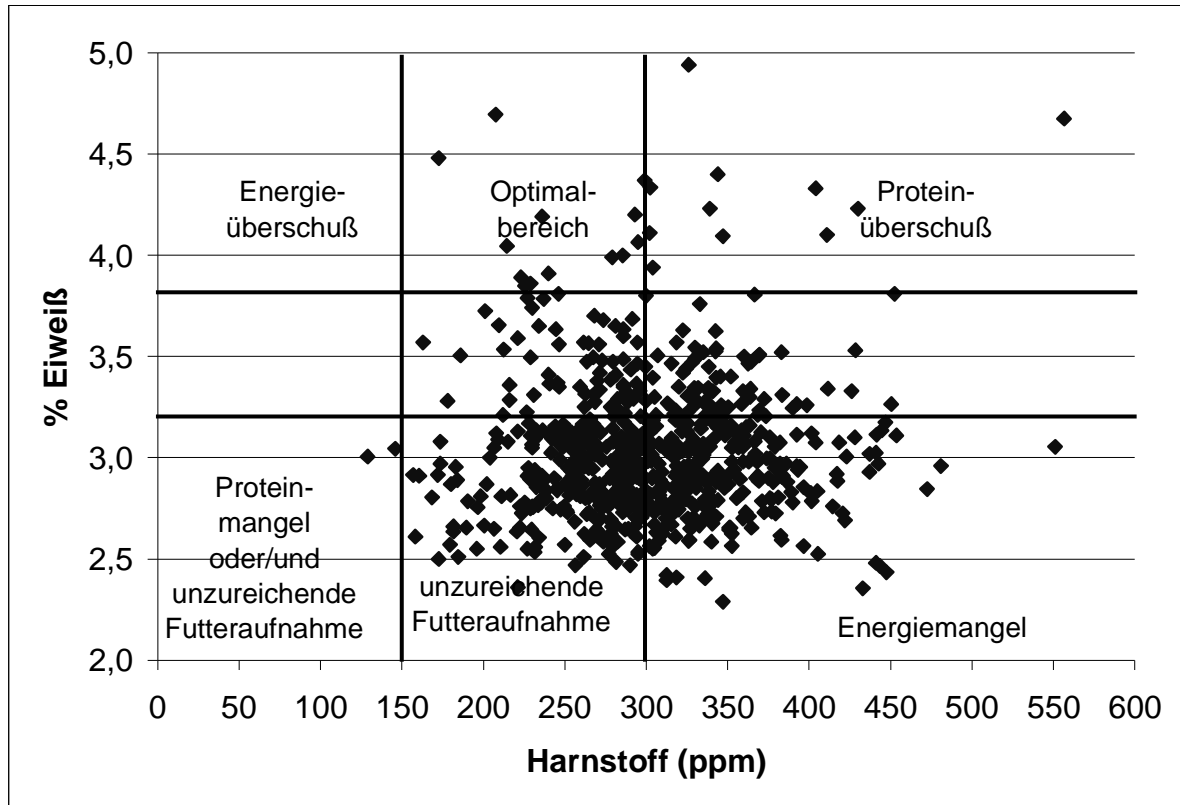


Abb. 8: Energie- und Eiweiß-Versorgungssituation (6-Felder-Tafel)

Der Referenzbereich liegt zwischen 150 und 300 mg/l (entspricht 2,5 bis 5,0 mmol/l) (FÜRL, 2005). Bei erhöhten Harnstoffwerten in der Milch kann das Ausmaß durch Überprüfung der Leberfunktion (Bilirubin, AST, GLDH, GGT) festgestellt werden. Dabei kommt es zu Zellschädigungen, wenn die Entgiftungskapazität der Leber nicht mehr ausreicht (SCHOLZ, 1990). Die Harnstoffkonzentrationen steigen mit fortschreitender Laktation. Zwischen dem Milchharnstoffgehalt, der Milchleistung und dem Milchfettgehalt bestehen hochsignifikante positive und zwischen dem Milchharnstoffgehalt und dem Milcheiweißgehalt negative Zusammenhänge (HOJMAN et al., 2004). Durch die Gegenüberstellung von Milchmenge und Milchharnstoffgehalt ist es möglich, Fütterungsfehler zu erkennen (Abb. 9) (DE KRUIF et al., 1998; EICHER, 2004).

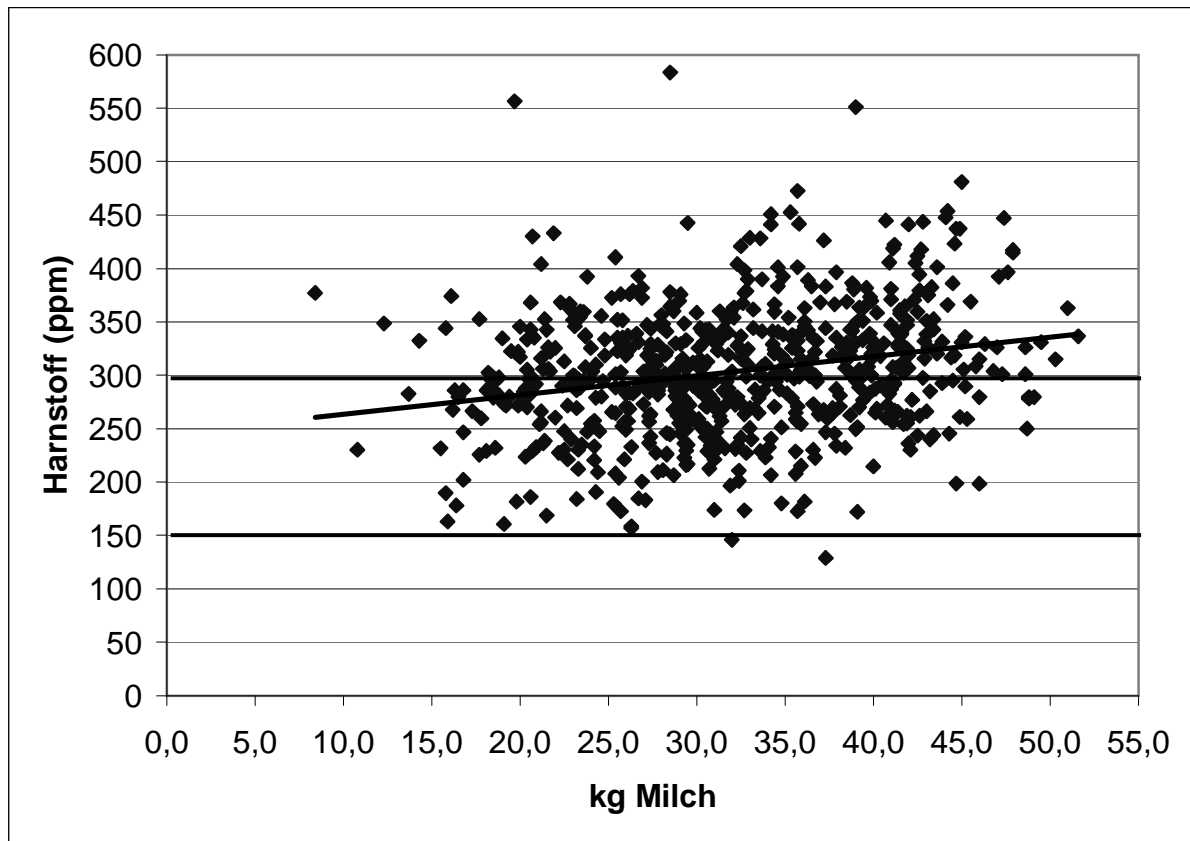


Abb. 9: Gegenüberstellung Milchmenge mit Milchwarnstoffgehalt

Das Milchfett setzt sich aus verschiedenen langen Triglyceriden zusammen, die zu 65 % aus Acetat bzw. Butyrat im Pansen gebildet werden. Hinzu kommen 25 % Fettsäuren aus dem Fettgewebe und 10 % Futterlipide (EICHER, 2003). Laut DE KRUIF (1998) korreliert der Milchfettgehalt negativ mit der Milchmenge. Mit dem Ansteigen der Milchleistung sinkt er bis zum 60. bis 80. Tag der Laktation ab, um mit dem Abfall der Milchleistung wieder anzusteigen (DE KRUIF et al., 1998). Den höchsten Milchfettgehalt erreicht die Kuh in der Spätlaktation. (ROSSOW, 2004d). Der Referenzbereich liegt rasseabhängig zwischen 3,5 und 4,5 % (FÜRL, 2005). In Bayern lag der durchschnittliche Fettgehalt aller geprüfter Kühe im Jahr 2003 bei 4,15 % (LKV, 2003). Die Fütterung und der Stoffwechsel haben durch den Faser- bzw. Strukturgehalt im Futter und über die Körperfettmobilisation Einfluss auf die Milchfettmenge. Ein Mangel an Struktur im Futter, ein Energiedefizit, sowie Fettmobilisationssyndrom und Anorexie führen zu steigenden Fettkonzentrationen in der Milch (REIST et al., 2002; EICHER, 2003; GELFERT et al., 2004a; FÜRL, 2005). Durch eine graphische Gegenüberstellung von Milchmenge und Milchfett kann die Rohfaserversorgung beurteilt werden (Abb. 10) (DE KRUIF et al., 1998; EICHER, 2004).

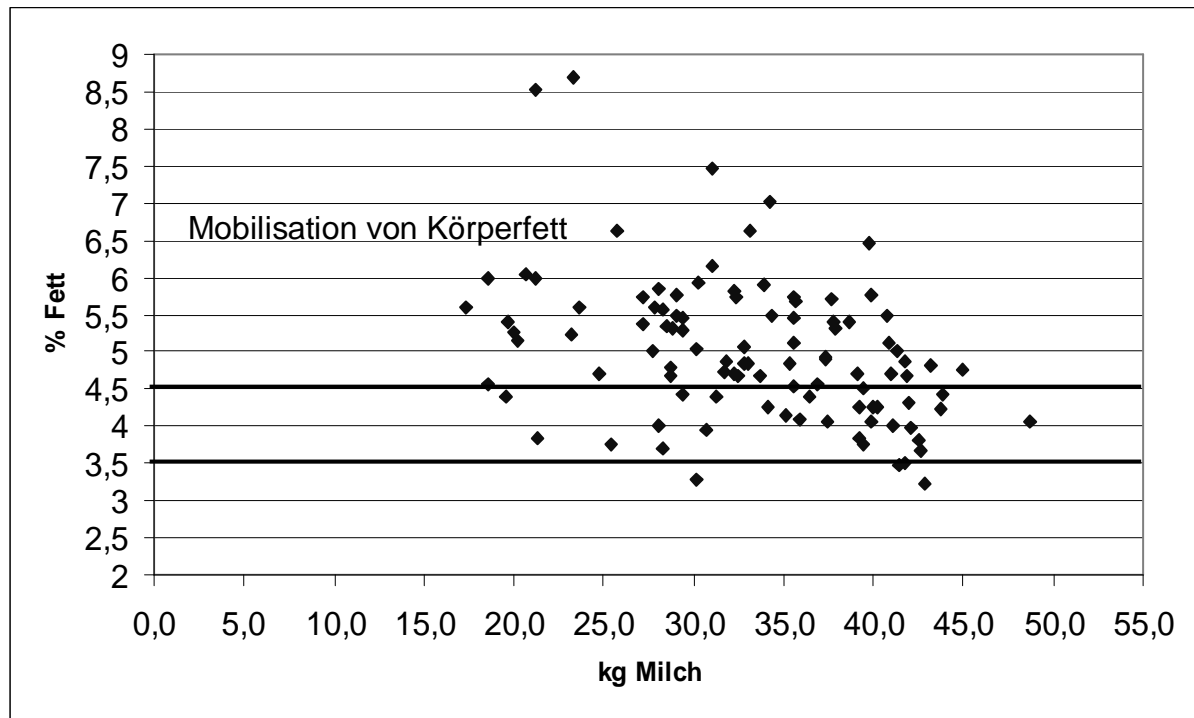


Abb. 10: Gegenüberstellung Milchmenge und Milchfettgehalt

Zu Beginn der Laktation zeigen höhere Fettgehalte das Vorkommen von subklinischen Ketosen an (DE KRUIF et al., 1998). Auch im Anfangsgemelk liegt ein höherer Fettgehalt vor. Niedrige Milchfettgehalte weisen auf Mängel in der Rohfaserversorgung und subklinische Pansenazidosen hin (DE KRUIF et al., 1998; GELFERT und STAUFENBIEL, 2004). Die maximale Korrelation besteht dabei zwischen dem Tiefpunkt der Energiebilanz und einem Zurückgehen der Milchfettkonzentration (DE VRIES und VEERKAMP, 2000).

Milcheiweiß besteht zu 80% aus Kasein und zu 10% aus Laktoglobulinen und wird aus essentiellen und nicht-essentiellen Plasmaamino-säuren, die von Mikroben-Protein aus dem Pansen stammen, gebildet (EICHER, 2003). Der Milcheiweißgehalt ist am höchsten zu Laktationsbeginn und in der Spätlaktation (ROSSOW, 2004d). Der Tiefpunkt liegt im dritten Laktationsmonat (DE KRUIF et al., 1998). Laktationsbedingt schwanken die Milcheiweißgehalte zwischen 3,2 und 3,8 % (FÜRLL, 2005). In Bayern lag der durchschnittliche Eiweißgehalt im Jahr 2003 bei 3,52 % (LKV, 2003). Die graphische Gegenüberstellung von Milchmenge und Milcheiweißgehalt ermöglicht eine Beurteilung der energetischen Leistungsfähigkeit der Fütterung (Abb. 11) (DE KRUIF et al., 1998; EICHER, 2004).

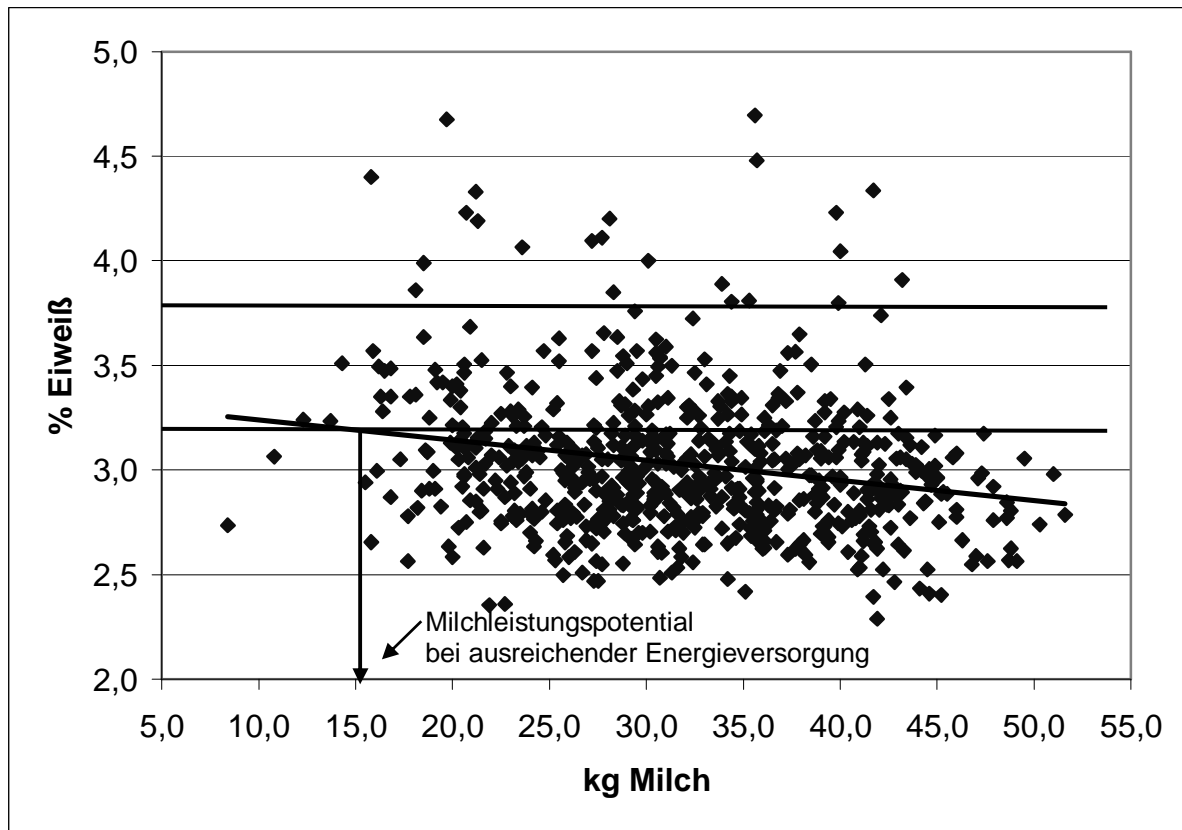


Abb. 11: Milchleistungspotential (Gegenüberstellung Milchmenge und Milcheiweißgehalt)

Die Eiweißmenge in der Milch wird beeinflusst durch den Energiegehalt und z.T. auch durch den Proteingehalt im Futter. Energie- oder Proteinmangel führen zu sinkenden Eiweißgehalten in der Milch. Ein Energie- oder Proteinüberschuss hat dagegen keinen Einfluss auf die Eiweißkonzentration (EICHER, 2003). Mastitiden beeinflussen vor allem die qualitative Eiweißzusammensetzung (FÜRLL, 2005). Milcheiweißgehalte unter 3,2 % zeigen zu Laktationsbeginn Energiemangel und subklinische Ketosen an und sind typisch für ein vermehrtes Auftreten von stiller Brunst. Sie können auch kombiniert sein mit erhöhten MilCHFettkonzentrationen (DE KRUIF et al., 1998; REIST et al., 2002; STAUFENBIEL und SCHRÖDER, 2004a).

Der Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ) ist laut HEUER (1999) ein besserer Indikator für Erkrankungen und Fruchtbarkeitsstörungen als der Body-Condition-Score oder dessen Veränderung. Der Referenzbereich für den FEQ liegt zwischen 1,0 und 1,5 bzw. optimal bei 1,25. Er ist erhöht bei Energie- und/oder Proteinmangel in der Futterration, beim Fettmobilisationssyndrom und bei gesteigerter Lipolyse. Rohfasermangel und Pansenazidose senken den FEQ (FÜRLL, 2005). Zu Laktationsbeginn kann der FEQ bei Werten über 1,5 liegen. Solche Kühe produzieren mehr Milch auf Kosten ihrer Körperenergie- und Proteinreserven. Dadurch besteht ein erhöhtes Risiko an Ketose, Labmagenverlagerung, Eierstockszysten, Lahmheit und Mastitis zu erkranken. Durch die graphische Gegenüberstellung von Milchmenge und Fett-Eiweiß-Quotient ist es möglich, ketosegefährdete Tiere schnell zu erkennen (Abb. 12) (DE KRUIF et al., 1998; EICHER, 2004).

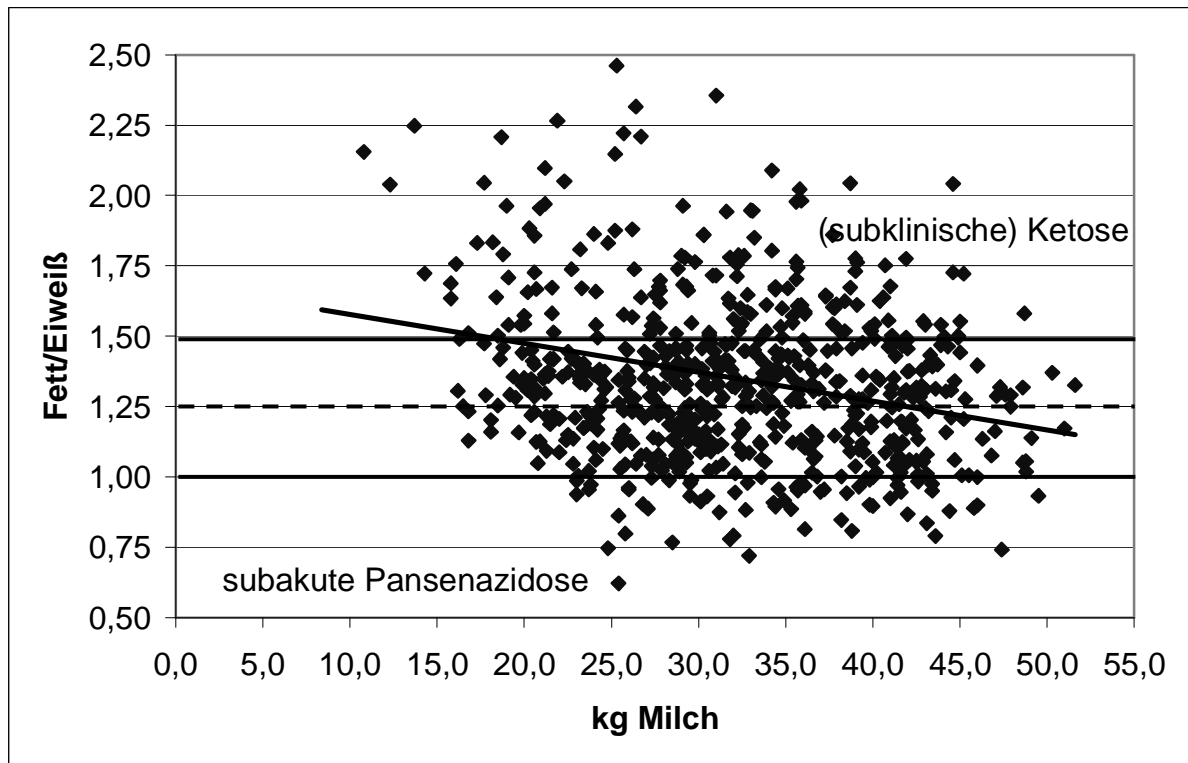


Abb. 12: Gegenüberstellung Milchmenge / Fett-Eiweiß-Quotient

Der Fett-Laktose-Quotient (FLQ) ist laut REIST et al. (2002) der informativste Indikator für die Bestimmung der Energiebilanz und hängt über eine positive Korrelation zur Ketonkörperkonzentration negativ mit dem Energiestatus zusammen: Erhöhte FLQ-Werte ($>0,81$) sind eng assoziiert mit erhöhten Ketonkörperkonzentrationen (STEEN et al., 1996).

2.5 Einfluss der individuellen Futteraufnahme, Trockenmasse und Energiegehalt auf den Stoffwechsel und die Fertilität

Trockensubstanzaufnahme und Energiedichte der Ration bestimmen die Energieaufnahme der Kuh. Während der letzten drei Wochen vor dem Kalben nimmt die Futteraufnahme zu einem Zeitpunkt ab, zu dem der Energiebedarf des Fetus am höchsten ist. Gleichzeitig erhöht sich der Nährstoffbedarf des Euters. Der Erhaltungsbedarf beträgt für Kühe mit einer Lebendmasse von 650 kg, 37,5 MJ Nettoenergie Laktation (NEL)/Tag. Hinzu kommt der Bedarf für die Milchproduktion. Der Bedarf an NEL je kg produzierter Milch hängt vom Energiegehalt der Milch ab. Bei bekanntem Fett- und Proteingehalt beträgt dieser (DE KRUIF et al., 1998):

$$\text{NEL/kg Milch} = 0,95 + 0,37 \times \% \text{Fett} + 0,21 \times \% \text{Protein}.$$

Während der Trächtigkeit entsteht ein zusätzlicher Energiebedarf, der ebenfalls berücksichtigt werden muss. Dieser beträgt zwischen 10 bis 15 MJ NEL (6. bis 4. Woche a.p.) und 16 bis 20 MJ NEL (3. Woche a.p.). Vor dem Kalben mobilisierte Fettsäuren können vom Euter noch nicht für die MilCHFettsynthese genutzt werden und lagern sich deshalb schneller in der Leber ab, mit Gefahr einer Leberverfettung. Im Blutplasma ist sie zu erkennen an einem Anstieg der FFS vor dem Kalben (ROSSOW und JÄKEL, 2004). Ein Abnehmen der Futteraufnahme in den letzten drei

Wochen a.p. um 20 bis 40 % kann der Beginn einer negativen Energiebilanz sein (HAYIRLI et al., 2002). Das Risiko für eine subklinische Ketose steigt signifikant an (BHB-Konzentration von $>1,40$ mmol/l), wenn die Futteraufnahme eine Woche a.p. unter 12 kgTM/Tag sinkt. Wenn die Futteraufnahme sogar unter 11 kgTM/Tag sinkt, besteht ein erhöhtes Risiko für das Tier, eine subklinische Ketose in der ersten oder zweiten Woche p.p. zu entwickeln (DUFFIELD, 2004). Bei Kühen mit geringer Trockenmasseaufnahme dauert die negative Energiebilanz länger (ROSSOW, 2004a). Kühe mit linksseitig verlagertem Labmagen nehmen pro Tag 6,5 kg Futter weniger auf (VAN WINDEN et al., 2003). Verringerte Futteraufnahme a.p. hat Einfluss auf die Blutkonzentrationen von Glukose (erniedrigt) und FFS (erhöht) vor der Abkalbung. Sie hat keinen Einfluss auf die postpartale Futteraufnahme, Milchleistung, Blutmetaboliten, Lebendmasse, Körperkondition und Leberenzyme (DANN et al., 2001). Auch auf die Progesteronkonzentration in der Milch hat die Futteraufnahme keinen Einfluss (RABIEE et al., 2002). Kühe mit schlechter Kondition produzieren um den Abkalbezeitpunkt, obwohl ihre Futteraufnahme physisch begrenzt ist (JONES und GARNSWORTHY, 1988), mehr Milch aus der gleichen Futtermenge als Kühe, die überkonditioniert sind (GARNSWORTHY und JONES, 1987). Bei Kühen, die mit Futter höherer Energiedichte gefüttert werden, steigt die Milchleistung p.p. schneller an (RABELO et al., 2003). Zudem haben diese Kühe geringere Konzentrationen an FFS und BHB (SANTOS et al., 2003). Bei Futterentzug kann eine signifikante Reduktion von Estradiol und eine signifikante Steigerung von FFS festgestellt werden. Trotzdem ergaben sich keine signifikanten Unterschiede bei Follikeldurchmesser, Progesteron- und IGF-I-Konzentration (COMIN et al., 2002). Dagegen sinkt laut HIPPEL et al. (1999), JORRITSMA et al. (2003) und BOUSQUET et al. (2004) die IGF-I-Konzentration bei Futterentzug und gleichzeitiger negativer Energiebilanz (NEB). DISKIN et al. (2003) fanden Zusammenhänge zwischen Futterentzug und Wachstum sowie dem Durchmesser des Graaf'schen Follikels. Gleichzeitig sank die IGF-I-Konzentration sowie die LH- und die Estradiol-Ausschüttung. Bei Überfütterung und daraus resultierender Überkonditionierung vor der Abkalbung steigt das Risiko an Ketose zu erkranken (MARKUSFELD, 1985). Der Gipfel der Trockenmasseaufnahme wird bei Altkühen in der 12. Woche p.p. erreicht, bei Jungkühen etwa 2 Wochen später. Nach der 20. bis 24. Laktationswoche geht die Futteraufnahme wieder langsam zurück. Jungkühe der ersten Laktation haben im Vergleich zu adulten Kühen eine um 1 kg TM geringere Futteraufnahme (HAYIRLI et al., 2002; ROSSOW, 2004a). Bei Tagesgemelken von 35 bis 45 kg Milch sollte eine tägliche Gesamtfutteraufnahme von 23 bis 25 kg Trockenmasse erzielt werden. Diese Futtermengen können Holstein-Friesian-Kühe auch verzehren (SCHWARZ, 2000). Die maximale Trockenmasseaufnahme pro Tag kann errechnet werden (SPIEKERS und POTTHAST, 2004):

$$\begin{aligned} &\text{Grobfutteraufnahme (kg TM je Kuh und Tag)} \\ &= (0,006 \times \text{LM}) + (0,19 \text{ E}^{2,16}) - (0,026 \times \text{Kf}^2) + ((\text{ECM} - 25) \times 0,1) \end{aligned}$$

(LM = Lebendmasse (kg), E = Energiekonzentration des Grobfutters (MJ/kgTM), Kf = Aufnahme an Kraftfutter (kgTM je Kuh und Tag), ECM = energiekorrigierte Milch (kg/Tag) (nur bei Leistungen größer 25kg Milch je Kuh und Tag)).

In den ersten vier bis fünf Monaten p.p. soll die TM-Aufnahme aus dem Grundfutter bei Kühen 2,5 %, danach 2 % der Lebendmasse der Tiere betragen (DE KRUIF et al., 1998).

2.6 Einfluss von Erkrankungen auf den Stoffwechsel und die Fertilität

Krankheiten wie Ketose, Mastitis, Retentio secundinarum, Ovarialzysten (LUCY, 2001; BOUSQUET et al., 2004) und eine negative Energiebilanz (DOMECQ et al., 1997) haben mehr Einfluss auf die Fruchtbarkeit, als die Milchleistung oder auch die Körperkondition. Laut WALLACE et al. (2005) haben Stoffwechselerkrankungen keinen signifikanten Einfluss auf die Trockenmasseaufnahme und die Milchleistung. FFS-Konzentrationen bei Kühen um den Abkalbezeitraum können benutzt werden, um ein mögliches Erkrankungsrisiko zu bestimmen: Kühe mit FFS-Konzentrationen über 400 mmol/l kurz vor oder kurz nach der Abkalbung haben ein 1,4- bis 1,6-fach höheres Erkrankungsrisiko. Bei Konzentrationen über 600 mmol/l steigt dieses Risiko um das 1,7- bis 1,9-fache (VAN SAUN, 2004).

Das Fettmobilisationssyndrom (FMS) kommt zu Laktationsbeginn bei bis zu 50 % der Kühe vor (BOBE et al., 2004). Ausgangspunkt für das FMS sind Überkonditionierung (BCS >4, RFD >30 mm (ROSSOW, 2004b)) in der Trockenstehperiode sowie eine bereits a.p. beginnende negative Energiebilanz. Übersteigerte Lipolyse führt zur Verfettung der Leber und anderer Organe (Herz, Nieren) (FÜRLL, 2000). Schwere Fälle (AST >200 U/l, GLDH >100 U/l, Bilirubin >50 µmol/l (FÜRLL, 2004a)) sind assoziiert mit erhöhter Häufigkeit und Dauer sowie geringerem Behandlungserfolg von Krankheiten wie Mastitis, Metritis und Ketose (BOBE et al., 2004). Fast bei jeder Kuh mit einem FMS kann Nachgeburtsverhaltung, Metritis, Klauenrehe, Herz- oder Lungenentzündungen festgestellt werden (FÜRLL, 2004a). Ebenso sinkt bereits bei milderer Erscheinungen die Fruchtbarkeit (längere Rast- und Günstzeit) (BOBE et al., 2004) sowie die Milchleistung (GELFERT et al., 2004b). Fettmobilisation über einen Zeitraum von mehr als 10 Tage hat einen negativen Effekt auf die Uterusrückbildung und die Wiederaufnahme des Ovarialzyklus (KONWES et al., 2004). Für die Diagnose eignen sich die Messung des BCS und Blutuntersuchungen von Stoffwechselparametern (FFS und BHB) (FÜRLL, 2000). Ebenso aussagekräftig sind AST, Bilirubin (GELFERT et al., 2004a) und GLDH (OBRITZHAUSER, 2000), sowie die tägliche Futteraufnahme (DUFFIELD, 2004).

Klinische Ketose (Azetonämie) tritt bei Hochleistungskühen typischerweise zwischen der zweiten und siebten Laktationswoche auf. Eine subklinische Ketose wird definiert als das Vorkommen von erhöhten Konzentrationen von zirkulierenden Ketonkörpern, ohne Auftreten von typischen klinischen Erscheinungen wie Anorexie, sinkende Milchleistung und harter fester Kot. Die Hauptrisikoperiode für eine subklinische Ketose reicht von der Abkalbung bis zum 60. bzw. 65. Laktationstag. In dieser Zeit sind durchschnittlich 12,1 % (7 bis 32 %) der Kühe betroffen. Die meisten davon während der vierten Woche p.p. Die Ketose resultiert immer aus einer negativen Energiebilanz (GASTEINER, 2000). Ketosen treten auf, wenn bei starkem Fettabbau in der Leber anfallendes Acetyl-CoenzymA, wegen Glukose- und daraus resultierendem Oxalazetat-Mangel, nicht mehr über den Zitratzyklus metabolisiert werden kann. Es kommt zur Ketogenese bei der die Ketonkörper Azetoazetat, Azeton und β -Hydroxybutyrat gebildet werden (BLUM, 2003). Ketonkörper dienen einerseits der MilCHFettsynthese, andererseits stellen sie eine bedeutende Energiereserve dar und werden in Skelettmuskulatur, Niere und laktierendem Euter effektiv verbrannt. Übersteigt die Bildung von Ketonkörpern ihre Verwertungsmöglichkeiten, so sammeln sie sich im Organismus an und werden als energiereiche Verbindungen mit Harn, Milch und Ausatemungsluft ausgeschieden, was eine rapide Abmagerung nach sich zieht (ROSSOW, 2004c). Eine primäre

Ketose entsteht durch hohen Glukoseverbrauch durch die Milchdrüse, bei ungenügender Glukoneogenese, durch Mangel oder Überschuss an Rohprotein im Futter, ketogene Futtermittel oder stark buttersäurehaltige Silagen (BLUM, 2003). Die sekundäre Ketose ist die Folge anderer Erkrankungen wie Gebärparese, Endometritis, Labmagenverlagerung und schmerzhafte Klauenschäden (ROSSOW, 2004c). Die Folgen der Ketose sind Rückgang der Futteraufnahme und der Milchleistung, erhöhtes Risiko für Mastitis, Endometritis und sinkende Fruchtbarkeit (DANN et al., 2001; BLUM, 2003; REIST et al., 2003). Die Ketonkörperkonzentration kann sowohl im Serum als auch in der Milch (ENJALBERT et al., 2001) oder im Harn gemessen werden (DUFFIELD et al., 1997). Weniger geeignet für die Diagnose sind die Beurteilung von Milchfett und Milcheiweiß (DUFFIELD et al., 1997). Kühe mit Ketose zeigen postpartal eine reduzierte Futteraufnahme und Milchleistung sowie veränderte Blutmetaboliten im Vergleich zu gesunden Tieren (AEBERHARD et al., 2001b; DANN et al., 2001).

Laut GELFERT et al. (2004) ist es gut möglich, eine Ketose anhand von Milchdaten, Rückenfettdicke und Serumprofilen zu diagnostizieren (GILLUND et al., 2001; GELFERT und STAUFENBIEL, 2004). Dabei weisen Kühe mit Ketose erhöhte BHB-, FFS-, AST-, GLDH- und Bilirubinkonzentrationen auf (OBRITZHAUSER, 2000).

Labmagenverlagerung ist eine Erkrankung, die vor allem bei Hochleistungskühen nach der Abkalbung auftritt. Die Inzidenz beträgt zwischen drei und zehn Prozent. Dabei spielen Fütterungseinflüsse (Strukturfutter- und Krafftfutterangebot, Futterwechsel, Fütterungstechnik, Futtermenge) Stoffwechselbelastungen bzw. -störungen (Fettlebersyndrom, Hypokalzämie, Hyperketonämie), genetische Faktoren, Stresszustände bzw. Begleiterkrankungen (Endometritis, Retentio secundinarum, Klauenleiden, Hepatose, Reticuloperitonitis traumatica), Labmagenläsionen, mechanische Einwirkungen und Anatomie bzw. Gewebetonus eine Rolle (DIRKSEN et al., 2002). Vermehrtes Auftreten von Labmagenverlagerungen in einer Herde ist assoziiert mit der Wahrscheinlichkeit einer hohen Anfälligkeit für eine subklinische Ketose (DUFFIELD, 2004). Eine Labmagenverlagerung ist bei Milchkühen oft begleitet von erhöhtem Fettgehalt in der Leber (GELFERT et al., 2004a). 85 bis 88 % der Labmagenverlagerungen sind linksseitig (ERB und GRÖHN, 1988). Bei diesen Kühen sinkt die Milchleistung um 8 kg pro Tag (VAN WINDEN et al., 2003). Mittels Bestimmung der AST-, FFS- und BHB-Konzentrationen kann keine Aussage bezüglich eines Risikos einer Labmagenverlagerung gestellt werden (VAN WINDEN et al., 2003).

Die Inzidenz der Hypokalzämischen Gebärparese liegt im Durchschnitt bei Holstein-Friesian-Kühen bei unter 7 % (1,2 bis 14,1%) und tritt normalerweise am Tag der Abkalbung und am Tag danach bzw. bis spätestens 15 Tage p.p. auf (ERB und GRÖHN, 1988). Etwas häufiger kommt sie vor bei überkonditionierten Kühen (HEUER et al., 1999) und bei älteren Kühen bzw. bei Kühen mit mehreren Laktationen. Auch Hochleistungskühe haben ein höheres Erkrankungsrisiko. Retentio secundinarum, Metritis und klinische Ketose in der vorangegangenen Laktation erhöhen das Risiko, erneut an einer Hypokalzämischen Gebärparese zu erkranken (ERB und GRÖHN, 1988).

3 EIGENE UNTERSUCHUNGEN

3.1 Material und Methoden

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, Beziehungen zwischen verschiedenen Stoffwechselfparametern und verschiedenen Störungen der Fertilität bei Milchkühen festzustellen sowie Grenzwerte für Erkrankungsvorhersagen und damit für die Erkennung eines erhöhten „Krankheitsrisikos“ der einzelnen Fertilitätsstörungen zu ermitteln.

Über einen Zeitraum von 10 Monaten werden 51 Tiere einer Herde regelmäßig untersucht. Die Untersuchung umfasst Parameter der gynäkologischen Untersuchung, der Konditionsbeurteilung, zur Beurteilung des Energiestoffwechsels und der Futteraufnahme, klinisch-chemische Parameter und Parameter der Milch. Daneben werden die Häufigkeiten von verschiedenen Erkrankungen erfasst (Ketose, Hypocalcämie, Labmagenverlagerung, Geburtsverletzung, Retentio secundinarum, Endometritis, Mastitis, Klauenerkrankung) (Tab. 2).

Für die Auswertung der Daten werden die Gruppenzuordnungen Zyklusbeginn, Brunsteinleitung, Ovarialzysten, Uterusrückbildung, Uteruserkrankung, BU-Zervixtupfer und Therapiedauer gebildet (Tab. 3).

3.1.1 Material

3.1.1.1 Versuchsbetrieb

Die Untersuchungen werden von Februar bis November 2004 an 51 Kühen und Erstkalbinnen der Rasse Deutsche Holsteins, Farbrichtung rotbunt durchgeführt. Die Tiere werden alle im Staats- und Versuchsgut Hirschau des Wissenschaftszentrums Weihenstephan der Technischen Universität München gehalten.

3.1.1.2 Tiergut

Die Erstkalbinnen sind bis zum errechneten Kalbetermin in Buchten mit vollperforierten Böden untergebracht. Die Kühe werden in einem Liegeboxenlaufstall mit eingestreuten Hochboxen gehalten. Zur Abkalbung kommen alle Tiere in Abkalbebuchten mit Tiefstreu.

Die Tiere befinden sich in der 1. bis 8. Laktation (1. Laktation n =20, >1. Laktation n=31). Die Kalbinnen kommen ca. 6 Wochen a.p. und die Kühe ca. 3 Wochen a.p. in den Kuhstall.

3.1.2 Methoden

Die verwendeten Untersuchungsparameter sind nachfolgend aufgelistet (Tab. 2):

Tab. 2: Übersicht der Untersuchungsparameter

<u>Untersuchung</u>	<u>Untersuchungsparameter</u>
Gynäkologische Untersuchung	Zervixdurchmesser, linker und rechter Horndurchmesser und deren Veränderung
Konditionsbeurteilung	BCS, RFD, MD und deren Veränderung
Energiestoffwechsel, individuelle Futteraufnahme	Energiebedarf, Energieaufnahme, Energiebilanz, Trockenmasseaufnahme

Klinisch-chemische Parameter	β -Carotin, Bilirubin, AST, CK, GLDH, GGT, AP, BHB, FFS, IGF-I
Parameter der Milch	Milchleistung, Laktose, Harnstoff, Fett, Eiweiß

Daneben werden die Häufigkeiten von verschiedenen (Stoffwechsel-) Erkrankungen erfasst (Ketose, Hypocalcämie, Labmagenverlagerung, Geburtsverletzung, Retentio secundinarum, Endometritis, Mastitis, Klauenerkrankung).

Für die Auswertung der Daten werden folgende Gruppen gebildet (Tab. 3):

Tab. 3: Gruppenzuordnung

<u>Zuordnungskriterium</u>	<u>1. Gruppe</u>	<u>2. Gruppe</u>
Zyklusbeginn	> 2 Wochen	\leq 2 Wochen

	<u>1. Gruppe</u>	<u>2. Gruppe</u>
Brunsteinleitung	ja	nein

	<u>1. Gruppe</u>	<u>2. Gruppe</u>
Ovarialzysten	ja	nein

	<u>1. Gruppe</u>	<u>2. Gruppe</u>
Uterusrückbildung	> 3 Wochen	\leq 3 Wochen

	<u>1. Gruppe</u>	<u>2. Gruppe</u>
Uteruserkrankung	o.b.B. + GKI + GKII	GKIII + GKIV

	<u>1. Gruppe</u>	<u>2. Gruppe</u>
BU-Zervixtupfer	negativ	positiv

	<u>1. Gruppe</u>	<u>2. Gruppe</u>	<u>3. Gruppe</u>
Therapiedauer	1 Woche	2 Wochen	\geq 3 Wochen

Beim Zuordnungskriterium Zyklusbeginn wird der Zyklusstand einer Kuh nach folgenden Befunden festgestellt (Tab. 4):

Tab. 4: Feststellung des Zyklusstands nach folgenden Kriterien

<u>Zyklusstand</u>	<u>rektale Befunde</u>	
Östrus	Uteruskontraktion	2 bis 3
	Follikelgröße	3 bis 4 (RU) bzw. 1,00 bis 2,00 cm (US)
	Form des Muttermundes	breit-verlaufend bis schlaff-überhängend
	Öffnungsgrad des Muttermundes	bleistift- bis fingerstark
	Feuchtigkeit des Muttermundes	mäßig bis sehr feucht

Diöstrus	Vaginalsekret	schleimig, fadenziehend, klar-Uhrglas
	Progesteronkonzentration	<5 ng/ml
	Corpus luteum	vorhanden (RU), >1,50 cm (US)
	Form des Muttermundes	zapfenförmig
	Öffnungsgrad des Muttermundes	geschlossen
	Feuchtigkeit des Muttermundes	trocken-klebrig bis wenig feucht
	Vaginalsekret	zäh
	Progesteronkonzentration	≥5 ng/ml

Kühe, die innerhalb der freiwilligen Wartezeit von 50 Tagen nicht in Brunst kommen bzw. keinen Ovarialzyklus aufweisen, werden induziert.

Beim Zuordnungskriterium Ovarialzysten wird eine Blase mit einem Durchmesser ≥2 cm (bei der Ultraschall-Untersuchung) als Zyste definiert.

Beim Zuordnungskriterium Uterusrückbildung soll der Uterus nach abgeschlossener Involution unter der Hand versammelbar sein und der Durchmesser der Uterushörner 1-2 Finger betragen.

Beim Zuordnungskriterium Uteruserkrankung werden die Tiere ohne besonderen vaginalen Befund oder mit milchig-trübem Schleim oder mit geringgradigem Eiterbefund im Spekulum bzw. mit mittelgradigem Eiterbefund im Spekulum in die Gruppen o.b.B. bzw. GKI bzw. GKII eingeteilt. Die Tiere mit hochgradigem Eiterbefund im Spekulum oder eitrigem Ausfluss bzw. mit übelriechendem Ausfluss werden in die Gruppen GKIII bzw. GKIV eingeteilt.

3.1.2.1 Untersuchungszeitraum und -intervall

Die Tiere werden im Zeitraum zwei Wochen vor dem errechneten Kalbetermin bis zur 10. Woche post partum wöchentlich und zusätzlich in der 12. und 14. Woche p.p. untersucht.

Zwei mal pro Woche werden von allen Tieren für die Bestimmung der Parameter in der Milch Milchproben gewonnen.

Einmal wöchentlich wird aus der Vena jugularis Blut für die Untersuchung der klinisch-chemischen Parameter entnommen.

Jede zweite Woche werden die Körperkonditionen der Tiere mittels BCS und RFD bestimmt.

Die klinischen Untersuchungen werden in einem Zeitraum von der Abkalbung bis zum Auftreten des ersten Ovarialzyklus und bis zur festgestellten vollständigen Involution des Uterus durchgeführt.

Während dieser klinischen Untersuchung werden Zervix-Tupferproben für die bakteriologischen Untersuchungen entnommen.

Die individuellen Futteraufnahmen werden täglich durch Ausdrücke bzw. mittels Abspeicherung auf Diskette dokumentiert.

3.1.2.2 Dokumentation der Tierdaten

Von den vorhandenen Stamm- und Bewegungsdaten der Tiere werden die Kuhnummer, die Rasse, das Alter, die Laktationsnummer, der Kalbetermin, der Kalbeverlauf, das Geschlecht des Kalbes und alle Erkrankungen während des Versuchszeitraumes dokumentiert.

3.1.2.3 Dokumentation der Milchleistungsdaten

Die Milchleistungsdaten werden vom Melksystem automatisch erfasst. Sofern Kühe mit einer Eimermelkanlage gemolken werden (in den ersten fünf Tagen p.p. bzw. wegen Mastitis therapierte Tiere), wird die Milchmenge bei der Probennahme zweimal täglich manuell mit einer Balkenwaage gewogen. Aus diesen beiden Tageswerten einer Woche werden Mittelwerte je Tier und Laktationswoche errechnet.

3.1.2.4 Gynäkologische Untersuchungen

Die Tiere werden einmal wöchentlich gynäkologisch untersucht. Die gynäkologischen Untersuchungen werden entsprechend dem Untersuchungsgang in Anlehnung an GRUNERT (1999c) durchgeführt (Tab. 5). Dabei werden ein Ultraschallgerät Scanner 100LC (Fa. Pie Medical, Maastricht, Niederlande) und Scheidenspekula nach Abelein verwendet.

Tab. 5: Gynäkologische Untersuchungen

<u>Untersuchung</u>	<u>Kriterien</u>
Adspektion des äußeren Genitale	Besonderheiten und Auffälligkeiten, z.B. Ausfluss, Verletzung
Rektale Untersuchung	Zervix: Beweglichkeit Uterus: Größe, Symmetrie, Kontraktilität, Fluktuation Ovarien: Größe, Funktionsgebilde
Ultraschalluntersuchung (Bilder s. Abb. 13 u. Abb. 14)	Zervix: Durchmesser in Höhe der Portio Uterushörner: Durchmesser direkt nach der Bifurcatio uteri Ovarien: Größe, Funktionsgebilde
Vaginale Untersuchung	Portio: Form, Öffnungsgrad, Farbe, Feuchtigkeitsgrad Scheide: Farbe, Sekret, krankhafte Veränderungen

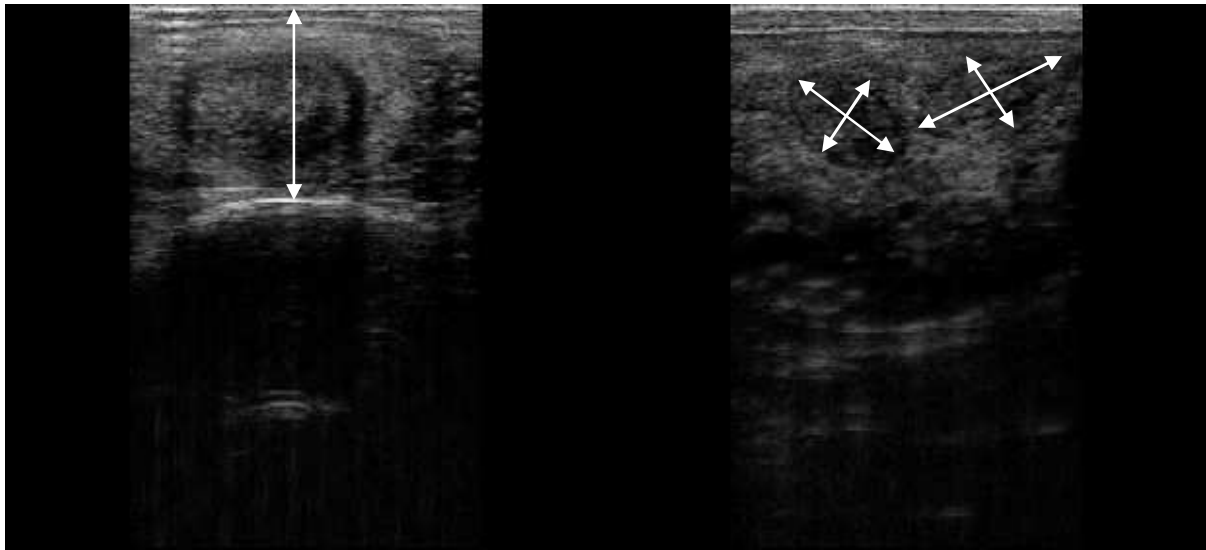


Abb. 13 u. Abb. 14: Ultraschalluntersuchung und Bestimmung des Zervixdurchmessers bzw. der Horndurchmesser

3.1.2.5 Mikrobiologische Untersuchungen

Während der vaginalen Untersuchung werden ab dem 21. Tag p.p., bei vorhandener Endometritis purulenta, Tupfer-Proben (Zervixtupfer im Amies-Transportmedium, Spicker-Medizintechnik, München) entnommen.

Diese werden im Institut für Mikrobiologie der Tierärztlichen Fakultät der LMU München untersucht. Zunächst werden die Tupferproben auf fünf Agarplatten direkt ausgestrichen: Schafblutagar, Nähragar ohne Blutzusatz, Selektivplatte für grampositive Keime (Colistin-Nalidixinsäure-Columbia-Agar: mit Blutzusatz) und zwei Agarplatten für gramnegative Keime (Gassneragar, Rambachagar). Danach werden die Platten zweimal 24 Stunden aerob bebrütet und anschließend hinsichtlich ihrer Eigenheiten des Koloniewachstums und nach ihren Eigenschaften durch die mikroskopische Untersuchung beurteilt.

3.1.2.6 Therapie der Endometritis purulenta

Im Anschluss an die Tupfer-Proben-Entnahmen werden die Tiere je nach Ovarbefund im Abstand von sieben Tagen jeweils mit Cloprostenol (Dalmazin®, einem synthetischen $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Analogon, Fa. Selectavet, Dr. Otto Fischer, Weyarn-Holzolling) oder einmalig mit GnRH (Receptal® von Intervet Deutschland GmbH, Unterschleißheim) und im Anschluss daran im Abstand von sieben Tagen jeweils mit Cloprostenol (Dalmazin®, einem synthetischen $\text{PGF}_{2\alpha}$ -Analogon, Fa. Selectavet, Dr. Otto Fischer, Weyarn-Holzolling) bis zum Abklingen der vaginalen Befunde (GKII oder besser) behandelt (JANOWSKI et al., 2001).

3.1.2.7 Konditionsbeurteilung

Der Body-Condition-Score wird im 14-tägigem Abstand adspektorisch anhand der Konditionsindex-Bestimmungstafel (DE KRUIF et al., 1998) bestimmt.

Die Rückenfettdicke wird in zweiwöchigen Abständen mittels Ultraschall (Scanner 100LC, Fa. Pie Medical, Maastricht, Niederlande) gemessen. Der Messbereich wird auf dem rechten M. longissimus dorsi, im rechten Winkel zur Wirbelsäule, zwischen der 12. bzw. 13. Rippe und dem 5. Lendenwirbel festgelegt und rasiert (BRUCKMAIER et al., 1998; DE KRUIF et al., 1998). Als Kontaktmittel wird Paraffinum perliquidum (Fa. A. Albrecht GmbH + Co KG, Aulendorf/Württemberg)

verwendet. Der Ultraschallkopf (Schallbereichslänge: 6,5 cm) wird dann an zwei nebeneinander gelegene Bereiche angelegt und die dargestellten Bilder gespeichert. Mit der dorsal gelegenen Messung wird die Muskeldicke und mit der ventral gelegenen Messung wird die Rückenfettdicke bestimmt (s. Kap. 2.4.1. Abb. 4 u. Abb. 5).

3.1.2.8 Individuelle Futteraufnahme

Die Fütterung des Grundfutters erfolgt an einem Außenfuttertisch mit 50 Fressplätzen, Einzeltiererkennung und Wiegetrögen (System Landtechnik Weihenstephan). Die Tiere können das Kraftfutter an vier Futterautomaten abrufen. Für die Berechnung der TM-Aufnahme aus der partiell aufgewerteten Mischration (PMR) und der Totalmischration (TMR) wird die tägliche Frischmasseaufnahme mit dem zugehörigen Trockenmassegehalt multipliziert. Anschließend werden Mittelwerte je Kuh und Laktationswoche berechnet.

Die Energieaufnahme der Versuchstiere wird berechnet und dem errechneten Bedarf gegenübergestellt (Formeln s. Kap. 2.5.).

3.1.2.9 Bestimmung der klinisch-chemischen und hormonellen Parameter

Die Blutgewinnung aus der Vena jugularis erfolgt mittels Vacuetten®-System (Fa. Greiner Bio-One GmbH, Essen). Es werden pro Tier je zwei Serum- und zwei EDTA-Gefäße (Ethylen Diamin Tetraazetat) befüllt.

Die Proben werden mit einer Tischzentrifuge (CR 4.12, Fa. Juoan GmbH, Unterhaching) 10 min bei 1500 g (Serum) bzw. 15 min bei 2000 bis 3000 g (Plasma) zentrifugiert. Anschließend werden die Überstände in Eppendorf-Cups (1,5 ml, Fa. Eppendorf-Netheler-Hinz-GmbH, Hamburg) abpipettiert, beschriftet und bis zur Auswertung bei -20 °C gelagert.

Für die Bestimmung der Parameter werden die Proben bei Raumtemperatur aufgetaut.

β -Carotin wird im Serum mit Hilfe einer Farbschablone in Anlehnung an LOTTHAMMER und WITTKOWSKI (1994), modifiziert, bestimmt. Dabei werden die Konzentrationsbereiche <2000, 2000-3000 und >3000 $\mu\text{g/l}$ abgeschätzt.

Die Parameter Gesamtbilirubin (546 nm), Aspartat-Amino-Transferase (340 nm), Creatinkinase (340 nm), Glutamat-Dehydrogenase (340 nm), γ -Glutamyl-Transferase (405 nm) und Alkalische Phosphatase (405 nm) werden im Serum mit dem Absorptionsphotometer Laborsystem LP800 (Fa. Dr. Bruno Lange GmbH, Berlin) bei jeweils 37 °C im Labor der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik der Tierärztlichen Fakultät der LMU München bestimmt. In regelmäßigen Abständen wird zur Qualitätskontrolle ein käufliches Kontrollserum mituntersucht.

Der Parameter Freie Fettsäuren (546 nm) wird im Plasma mit einem quantitativen enzymatischen Test (Fa. r-Biopharm, Darmstadt) und anschließender Bestimmung mit dem Photometer SLT Spectra (Fa. SLT Labinstrumente Deutschland GmbH, Crailsheim) im Labor der Abteilung Physiologie am Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung der TU München in Weihenstephan ermittelt.

β -Hydroxybuttersäure (340 nm) wird im Serum mit einer enzymatischen Methode und anschließender photometrischer Bestimmung im Autoanalyser Hitachi 911E (Fa. Hitachi, Tokio, Japan) bei 37 °C in der Zweiten Medizinischen Tierklinik der Tierärztlichen Fakultät der LMU München in Oberschleißheim bestimmt.

Der Parameter Insulin-like-Growth-Factor-I wird im Plasma mittels Radioimmunoassay nach DAXENBERGER et al. (1998) im Labor des Instituts für Physiologie am Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung der TU München in Weihenstephan ermittelt.

3.1.2.10 Parameter in der Milch

Von jedem Tier wird zwei Mal pro Woche ein Aliquot von jeweils 17 ml vom Abend- und Morgengemelk gewonnen und in vom Milchprüfing Bayern bereitgestellte unsterile Probenröhrchen mit Natriumacid-haltiger Flüssigkeit (Milchprüfing Bayern e.V., Wolnzach) gefüllt.

Die Gehalte von Milchlaktoseeiweiß, -fett, -harnstoff und -laktose werden vom Milchprüfing Bayern e.V. in Wolnzach mittels Infrarotspektroskopie ermittelt.

Der Fett/Eiweiß-Quotient wird aus den Milchinhaltsstoffen Fett und Eiweiß rechnerisch ermittelt.

Der Fett/Laktose-Quotient wird aus den Milchinhaltsstoffen Fett und Laktose rechnerisch ermittelt.

Die Milchproben für die Bestimmung der Progesteronkonzentration werden aus dem Gesamtgemelk gewonnen und 12 ml vom Abend- bzw. Morgengemelk in unsterile Probenröhrchen gefüllt und bei -20 °C gelagert.

Die Bestimmung der Milchprogesteronkonzentration wird entsprechend der Methode nach MEYER et al. (1986) im Labor des Instituts für Physiologie am Zentralinstitut für Ernährungs- und Lebensmittelforschung der TU München in Weihenstephan durchgeführt.

3.1.2.11 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung des Datenmaterials erfolgt mit dem Programmpaket SPSS für Microsoft Windows, Version 12.0 und dem Programm „R“, Version 2.0.1. (R-DEVELOPMENT-CORE-TEAM, 2004).

Parametrische Verfahren kommen nicht zur Anwendung.

Als nonparametrische (verteilungsfreie) Verfahren werden die Medianvergleiche Kruskal-Wallis (für das Zuordnungskriterium mit drei Gruppen) und Mann-Whitney Tests (für die Zuordnungskriterien mit zwei Gruppen) verwendet (BORTZ und LIENERT, 1998). Die graphische Darstellung der Ergebnisse nichtparametrischer Tests erfolgt mit Box-Plots. Die Länge der Box entspricht dem Quartilsabstand (25 bis 75 % der Werte). In der Box ist der Median angegeben. Die Linien außerhalb der Box kennzeichnen die Spannweite (Max. 1,5 Box-Längen). Ausreißer (1,5 bis 3,0 Box-Längen von der Box entfernt) werden mit „o“, Extremwerte (mehr als drei Box-Längen von der Box entfernt) mit „*“ gekennzeichnet (Abb. 15). Einzelwerte werden als Median ohne Box dargestellt. Zur graphischen Darstellung des Parameters „ β -Carotin“ werden Stapel-Diagramme verwendet.

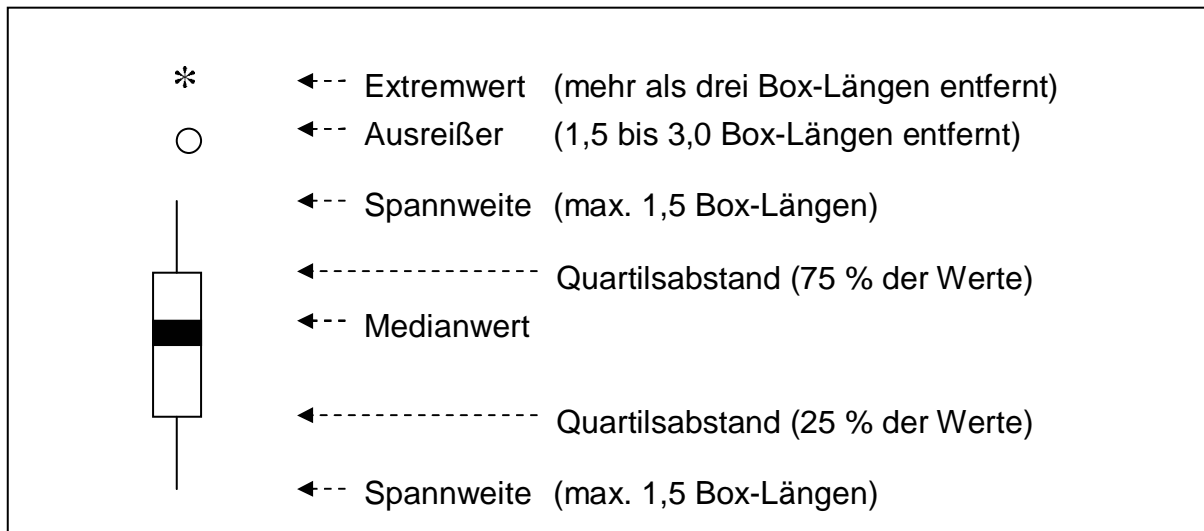


Abb. 15: Darstellung und Beschreibung eines Boxplots

Für die Untersuchungen auf Auswirkung von (Stoffwechsel-) Erkrankungen werden die Einzelwerte in Kontingenztafeln einander gegenüberstellt und die Häufigkeitsverteilungen mit dem exakten Test nach Fisher-Yates geprüft (BORTZ und LIENERT, 1998). Zur graphischen Darstellung werden Balken-Diagramme genutzt.

Für die Suche nach Prognoseverfahren und Grenzwerten werden Entscheidungsbäume (CART: Classification And Regression Tress) nach BREIMAN (1998) erzeugt: Dabei werden die Werte so lange in Kontingenztafeln einander gegenüberstellt bis die Konstellation mit der höchsten Sensitivität und Spezifität gefunden ist. Ziel ist es, die Gesamtstichprobe möglichst immer in homogene Teilstichproben aufzuspalten. Wenn sich die relativen Häufigkeiten in den nach dem Trennungskriterium getrennten Teilstichproben nur unwesentlich von den relativen Häufigkeiten in der Gesamtstichprobe unterscheiden, dann ist die Trennung nicht sinnvoll. Bei der Beschreibung der Ergebnisse werden nur die sinnvollen Prognoseverfahren der signifikanten Zusammenhänge in den Wochen -2 bis einschließlich 3 berücksichtigt. Beim Zuordnungskriterium Zyklusbeginn beschränkt sich die Ergebnisinterpretation entsprechend der Gruppenbildung auf die Wochen -2 bis einschließlich 2.

3.2 Ergebnisse

3.2.1 Zyklusbeginn

In diese Auswertung fließen die Ergebnisse aller 51 Tiere ein.

In den Gruppen des Zuordnungskriteriums Zyklusbeginn können signifikante Unterschiede bei folgenden Parametern festgestellt werden: Bilirubin, AST, GLDH, GGT, AP, BHB, Energiebedarf, Energieaufnahme, TM-Aufnahme, Milchleistung, Milchwurststoff und Veränderung des rechten Horndurchmessers. Bei den übrigen Parametern gibt es keine signifikanten Unterschiede.

Die Medianwerte der **AP**-Konzentrationen liegen bei den Kühen (≥ 3 Jahre) zu jedem Untersuchungszeitpunkt innerhalb des Referenzbereichs (obere Grenze: 100 U/l). In dieser Altersgruppe verlaufen die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn innerhalb von 2 Wochen p.p. in den Wochen -2 bis 12 oberhalb der Werte der Kühe mit einem

Zylusbeginn nach der 2. Woche p.p. Dabei unterscheiden sich die Werte der Gruppen in den Wochen -2, -1, 1, 4 und 5 signifikant ($P < 0,05$), in der Abkalbewoche und der 6. Woche p.p. ist eine Tendenz erkennbar ($P < 0,1$). In der Altersgruppe unter drei Jahren unterscheiden sich die Werte der Gruppen in der Kalbewoche signifikant ($P < 0,05$) und in Woche -1 tendenziell ($P < 0,1$). Zu diesen Untersuchungszeitpunkten sind die Medianwerte der Kühe mit einem Zyklusbeginn innerhalb 2 Wochen niedriger als die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn später als 2 Wochen. In den Wochen -1 und 1 (≥ 3 Jahre) bzw. in der Abkalbewoche (< 3 Jahr) führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

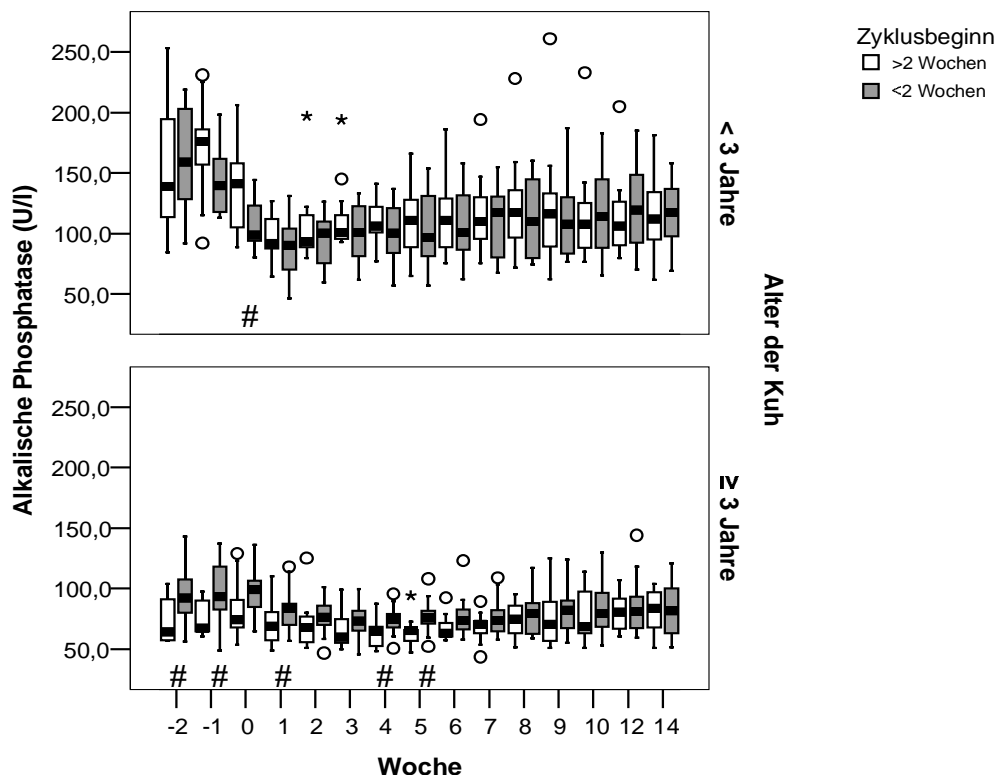


Abb. 16: AP-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **AST**-Konzentrationen schwanken um die obere Grenze des Referenzbereichs von 80 U/l. Die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn innerhalb von 2 Wochen verlaufen in den Wochen -2 und 0 bis 6 oberhalb sowie zwischen Woche 7 und 10 unterhalb der Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn später als 2 Wochen. Dabei sind die Werte der beiden Gruppen in den Wochen -2, 4 und 10 signifikant unterschiedlich ($P < 0,05$). In der Woche -2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

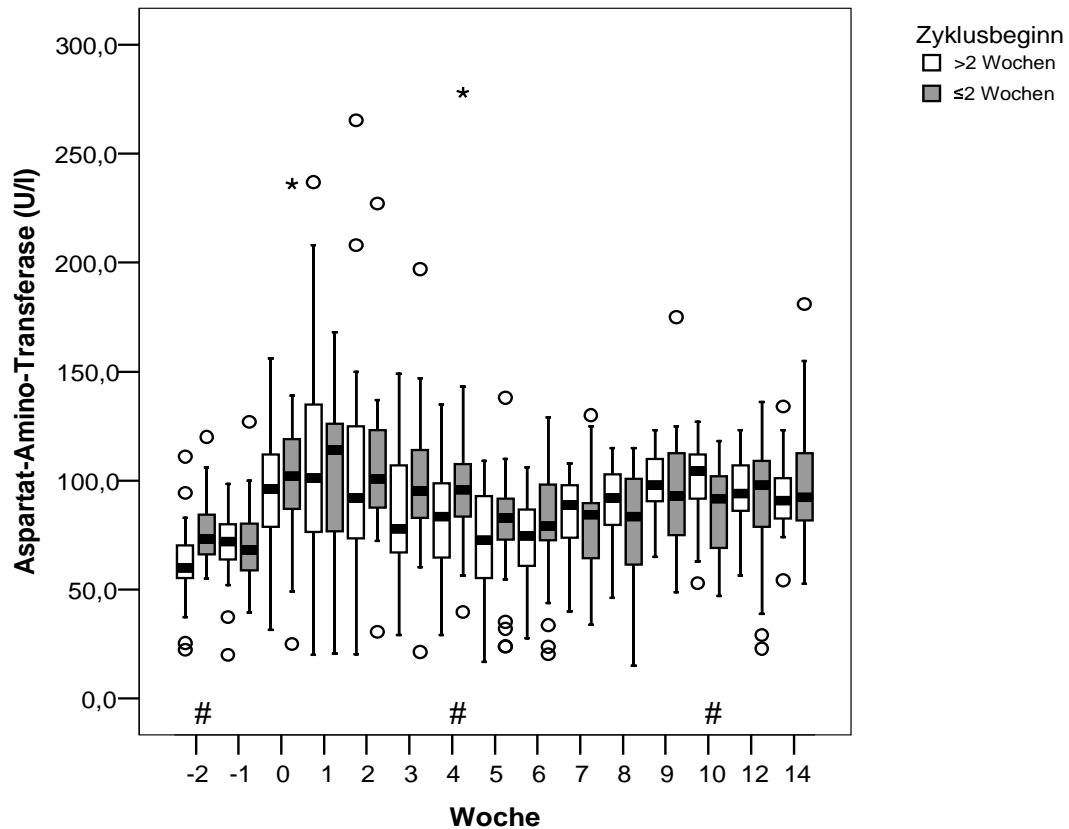


Abb. 17: AST-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Bilirubin**-Konzentrationen sind in allen Untersuchungszeitpunkten erhöht (obere Grenze: 5,3 $\mu\text{mol/l}$). Die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn innerhalb von 2 Wochen verlaufen von Woche -2 bis 6 unterhalb der Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn später als 2 Wochen. Dabei unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen in den Wochen -1 und 0 signifikant ($P < 0,05$). In den Wochen -1 und in der Abkalbewoche führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

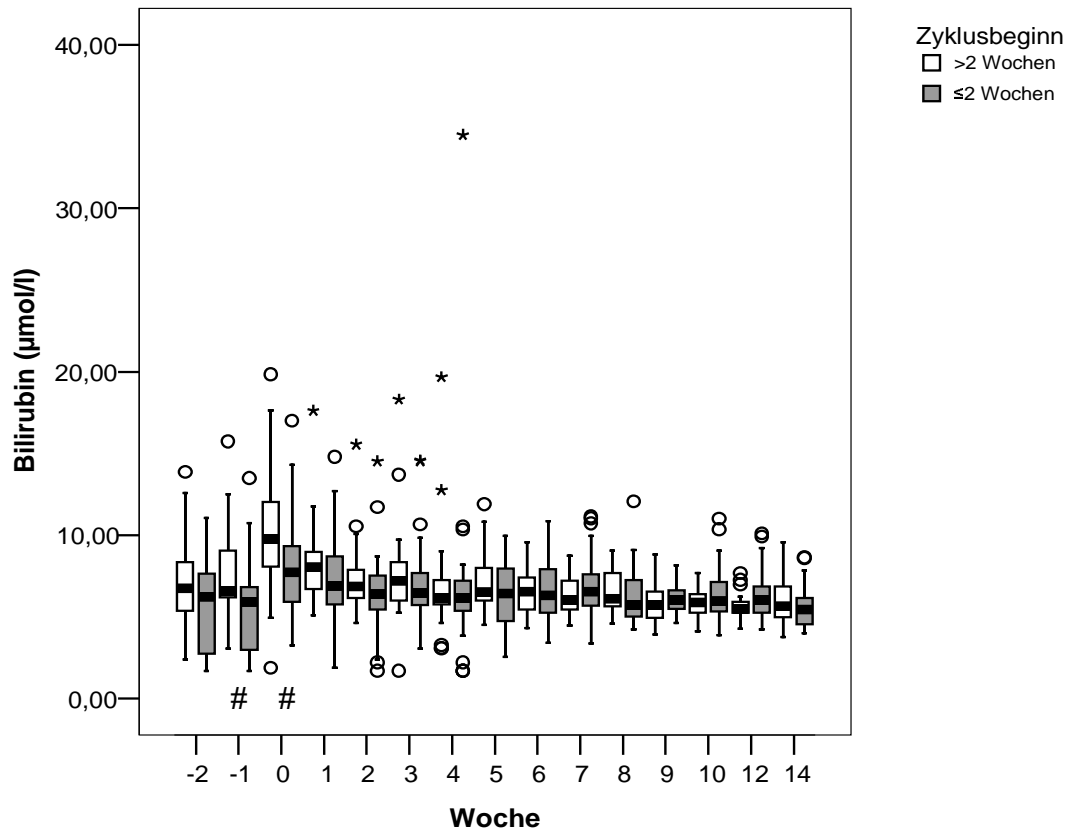


Abb. 18: Bilirubin-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **BHB**-Konzentrationen liegen in allen Wochen über dem Referenzbereich (obere Grenze: 0,53 mmol/l). In den beiden Wochen vor der Abkalbung verlaufen die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn innerhalb von 2 Wochen unterhalb und in den Wochen 0 bis 6 verlaufen sie oberhalb der Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn später als 2 Wochen. Dabei unterscheiden sich die Werte der Gruppen in den Wochen 2, 3 und 8 signifikant ($P < 0,05$) und auch in Woche 5 ist ein Unterschied erkennbar ($P < 0,1$). In den Wochen 2 und 3 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

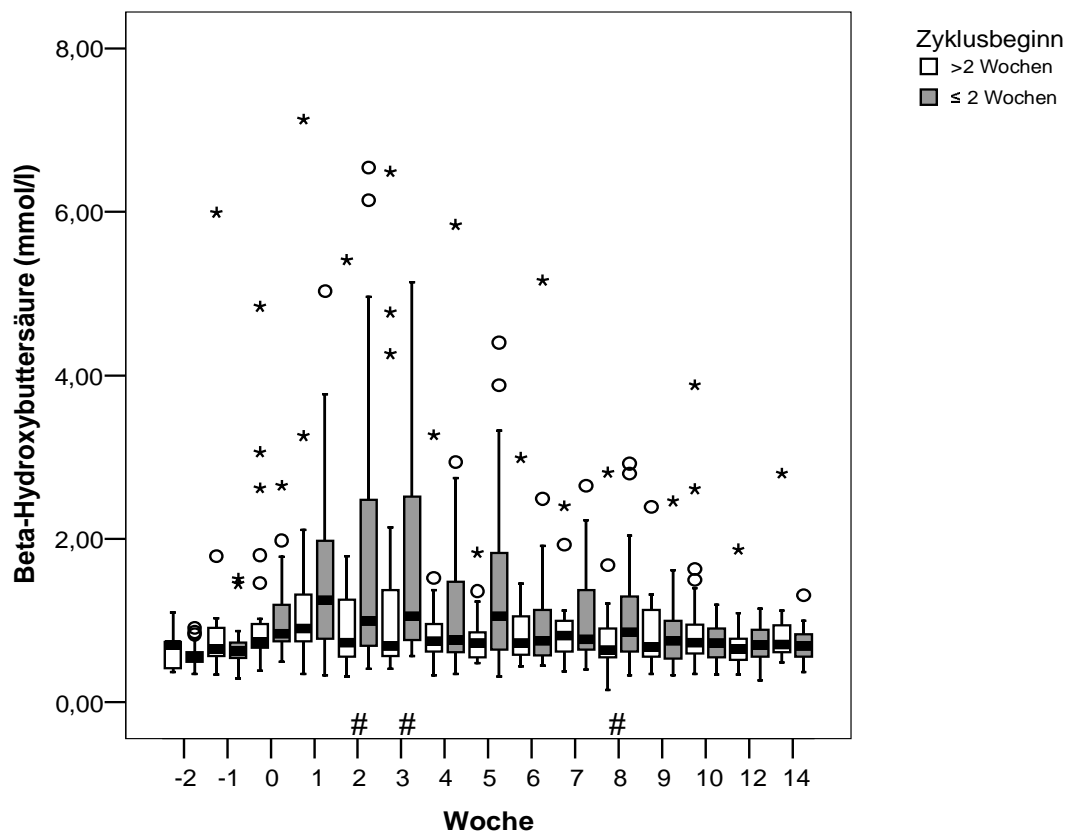


Abb. 19: BHB-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **GLDH**-Konzentrationen liegen bleiben zu jedem Untersuchungszeitpunkt im Referenzbereich (<40 U/l). Dabei verlaufen die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn innerhalb von 2 Wochen in den Wochen -2 bis 8 unterhalb der Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn später als 2 Wochen. Die Werte der beiden Gruppen in den Wochen -2, 0, 3 und 4 unterscheiden sich signifikant ($P < 0,05$), die Werte in Woche 1 tendenziell ($P < 0,1$). In den Wochen -2, 0 und 3 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

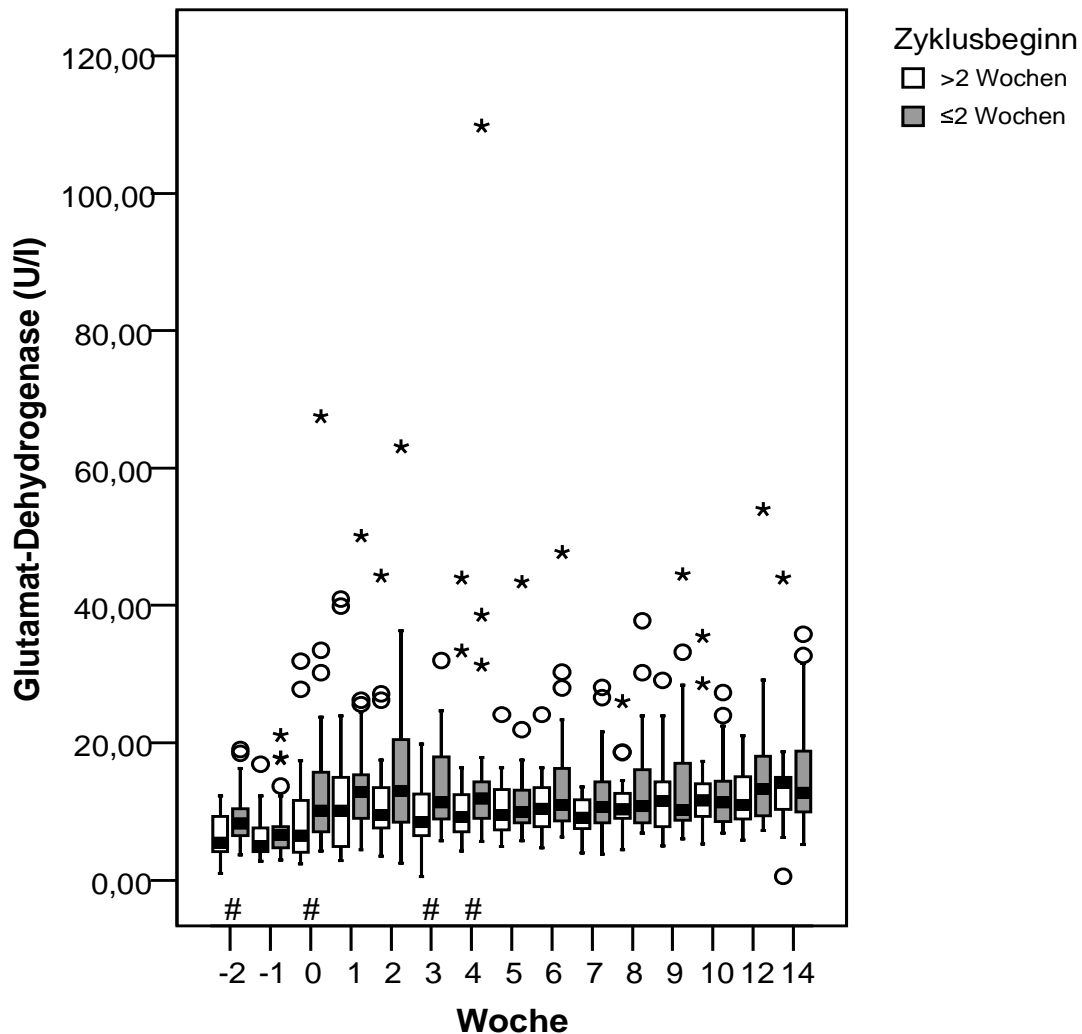


Abb. 20: GLDH-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **GGT**-Konzentrationen befinden sich zu allen Untersuchungszeitpunkten im Referenzbereich (< 50 U/l). In den Wochen -2 bis 7 und 14 verlaufen die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn innerhalb von 2 Wochen oberhalb der Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn später als 2 Wochen. Dabei sind die Werte der Gruppen in den Wochen -2, 0, 5 und 14 signifikant unterschiedlich ($P < 0,05$) und auch in der Woche 2 ist ein Unterschied erkennbar ($P < 0,1$). In den Wochen -2 und in der Abkalbewoche führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

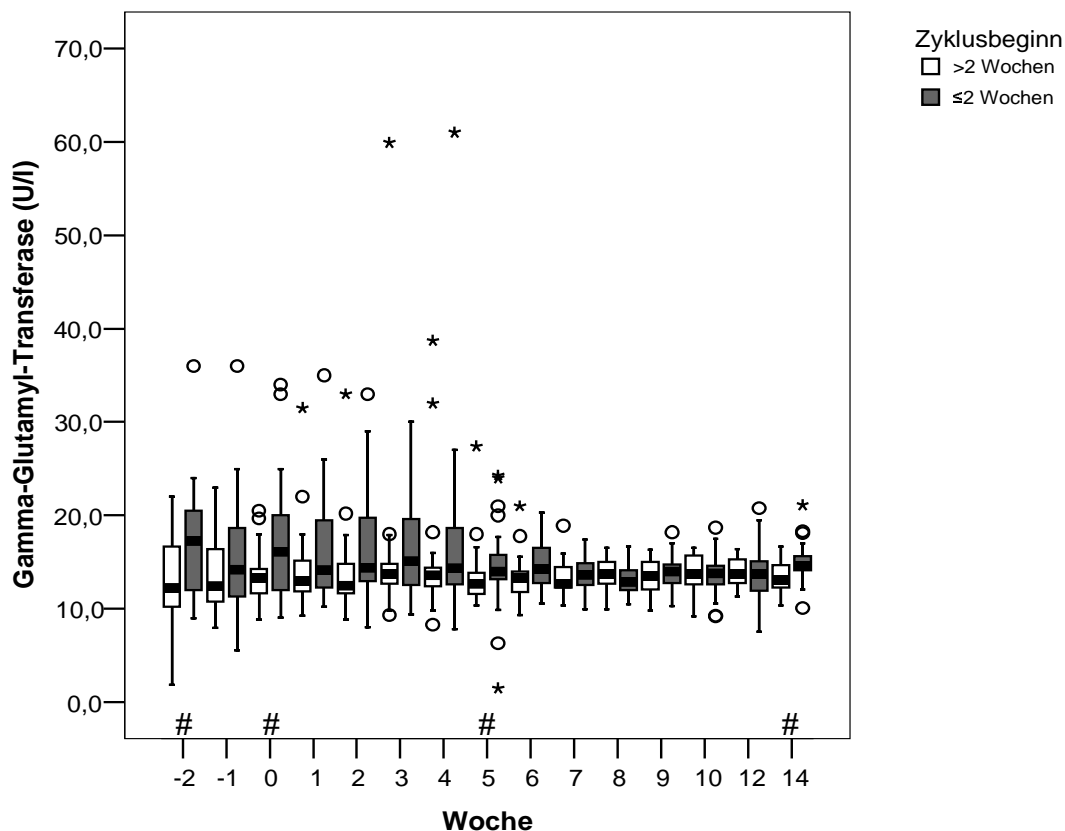


Abb. 21: GGT-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Veränderung des rechten Horndurchmessers** unterscheiden sich in Woche 2 signifikant zwischen den beiden nach Zyklusbeginn gebildeten Gruppen ($P < 0,05$). In der Woche 2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

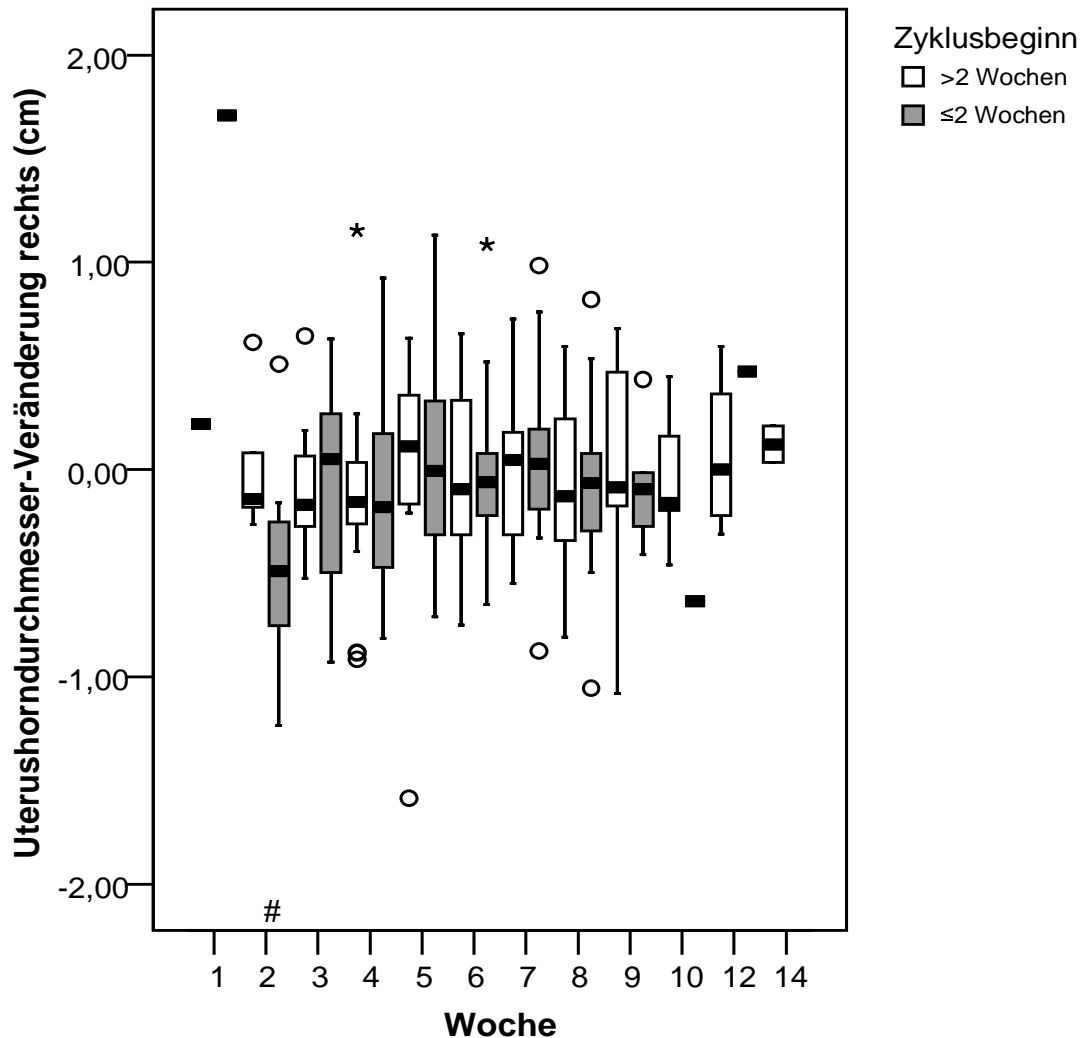


Abb. 22: Veränderung des Durchmessers des rechten Uterushorns dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte des **Energiebedarfs** der Kühe mit einem Zyklusbeginn innerhalb von 2 Wochen verlaufen zwischen Woche 1 bis 14 oberhalb der Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn später als 2 Wochen. Dabei unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen in den Wochen 1, 2, 3, 4, 5, 10 und 14 signifikant ($P < 0,05$) und auch in den Wochen 6, 7 und 12 ist eine Tendenz erkennbar ($P < 0,1$). In den Wochen 1 bis 3 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

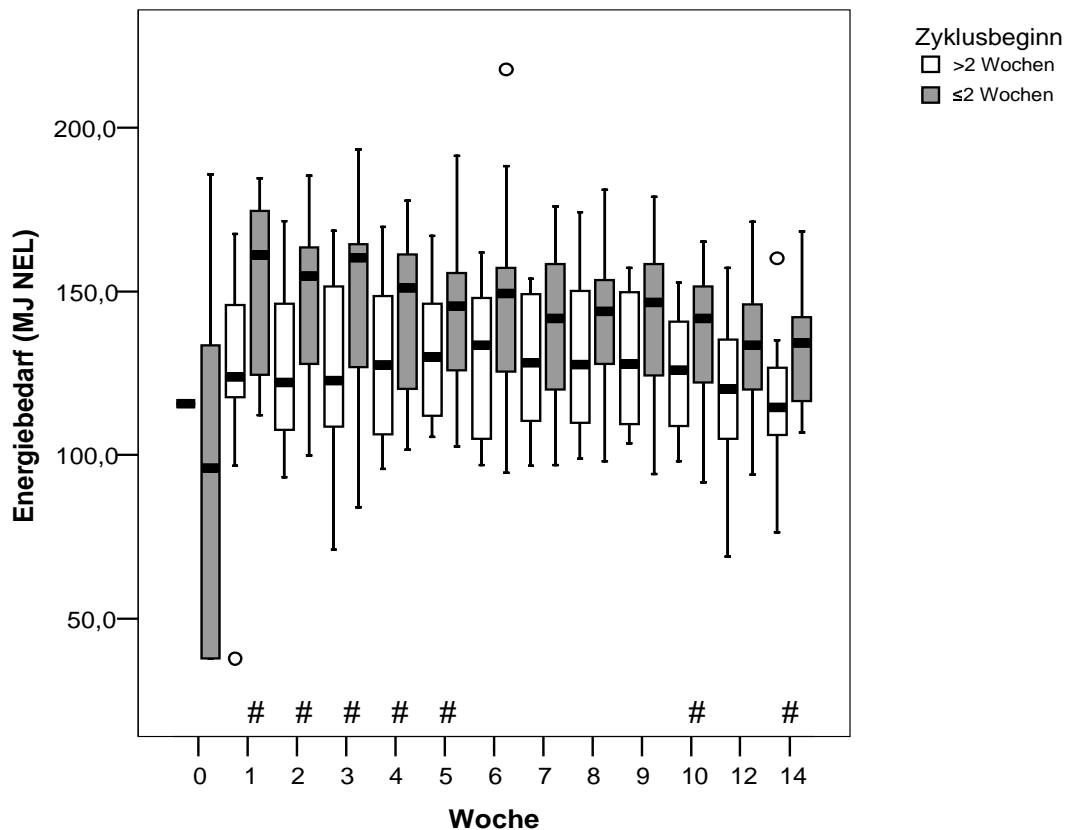


Abb. 23: Energiebedarf dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Energieaufnahme** steigen bis zur 5. (Zyklusbeginn später als 2 Wochen) bzw. 9. Woche (Zyklusbeginn innerhalb von 2 Wochen) kontinuierlich an. In Die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn innerhalb von 2 Wochen sind zu allen Untersuchungszeitpunkten höher als die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn später als 2 Wochen. Dabei unterscheiden sich die Werte in den Wochen 1 und 2 signifikant ($P < 0,05$) und in den Wochen 10 und 14 tendenziell ($P < 0,1$). In den Wochen 1 und 2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

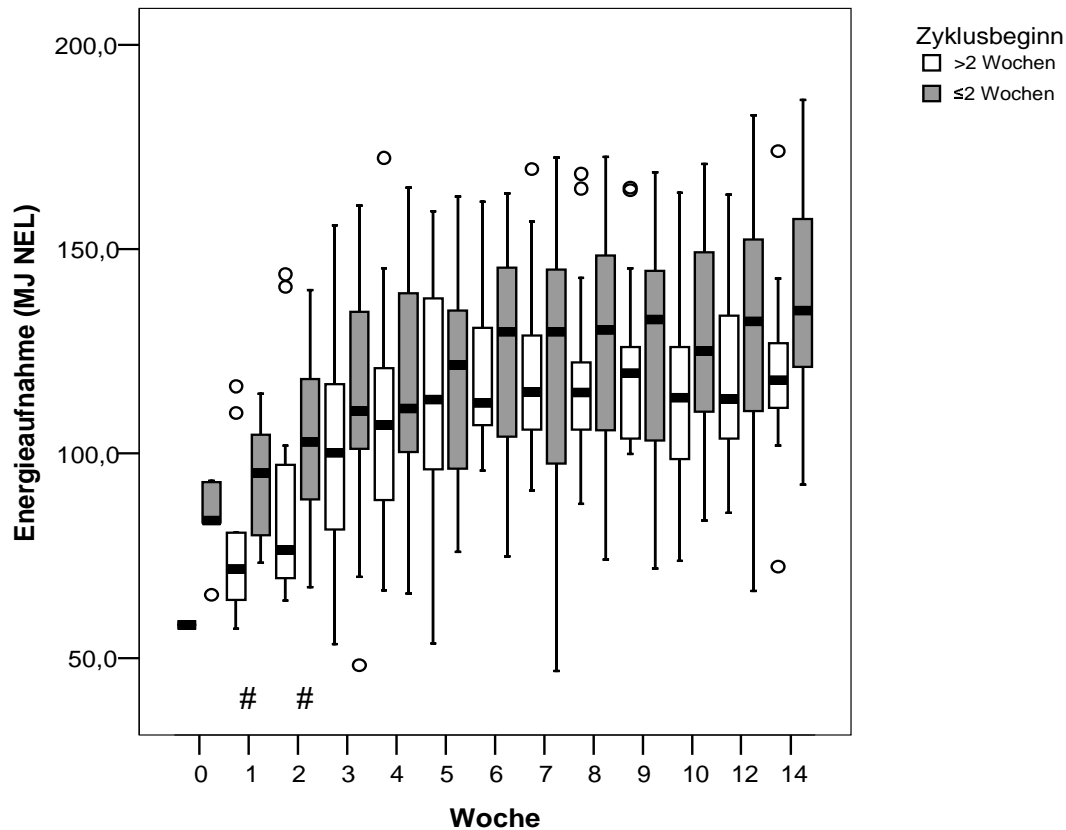


Abb. 24: Energieaufnahme dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Trockenmasseaufnahme** steigen bis zur 7. Woche kontinuierlich an. Die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn innerhalb von 2 Wochen sind zu allen Untersuchungszeitpunkten höher als Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn später als 2 Wochen. Zwischen den Wochen -2 bis 1, 3, 10 und 14 unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen signifikant ($P < 0,05$) und in den Wochen 2, 4 und 12 tendenziell ($P < 0,1$). In den Wochen -2 bis 1 und 3 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

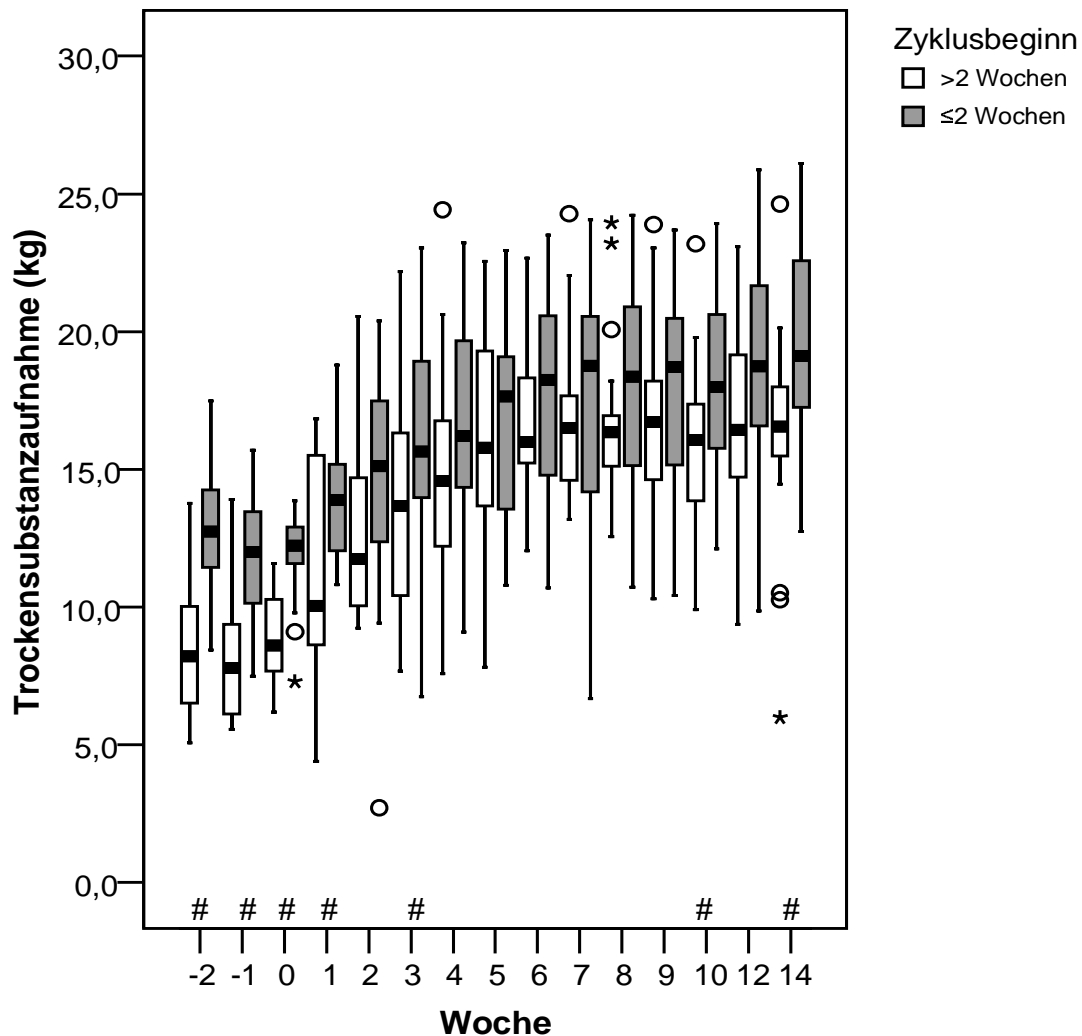


Abb. 25: TM-Aufnahme dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Milchleistung** steigen bei den Kühen mit einem Zyklusbeginn innerhalb von 2 Wochen bis zur 4. und bei den Kühen mit einem Zyklusbeginn später als 2 Wochen bis zur 6. Woche kontinuierlich an. Dabei sind die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn zu allen Untersuchungszeitpunkten höher als die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn später als 2 Wochen. In den Wochen 1, 2, 5 und 10 sind diese Unterschiede signifikant ($P < 0,05$), in den Wochen 0, 3, 4, 7, 8 und 9 tendenziell erkennbar ($P < 0,1$). In den Wochen 1 und 2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

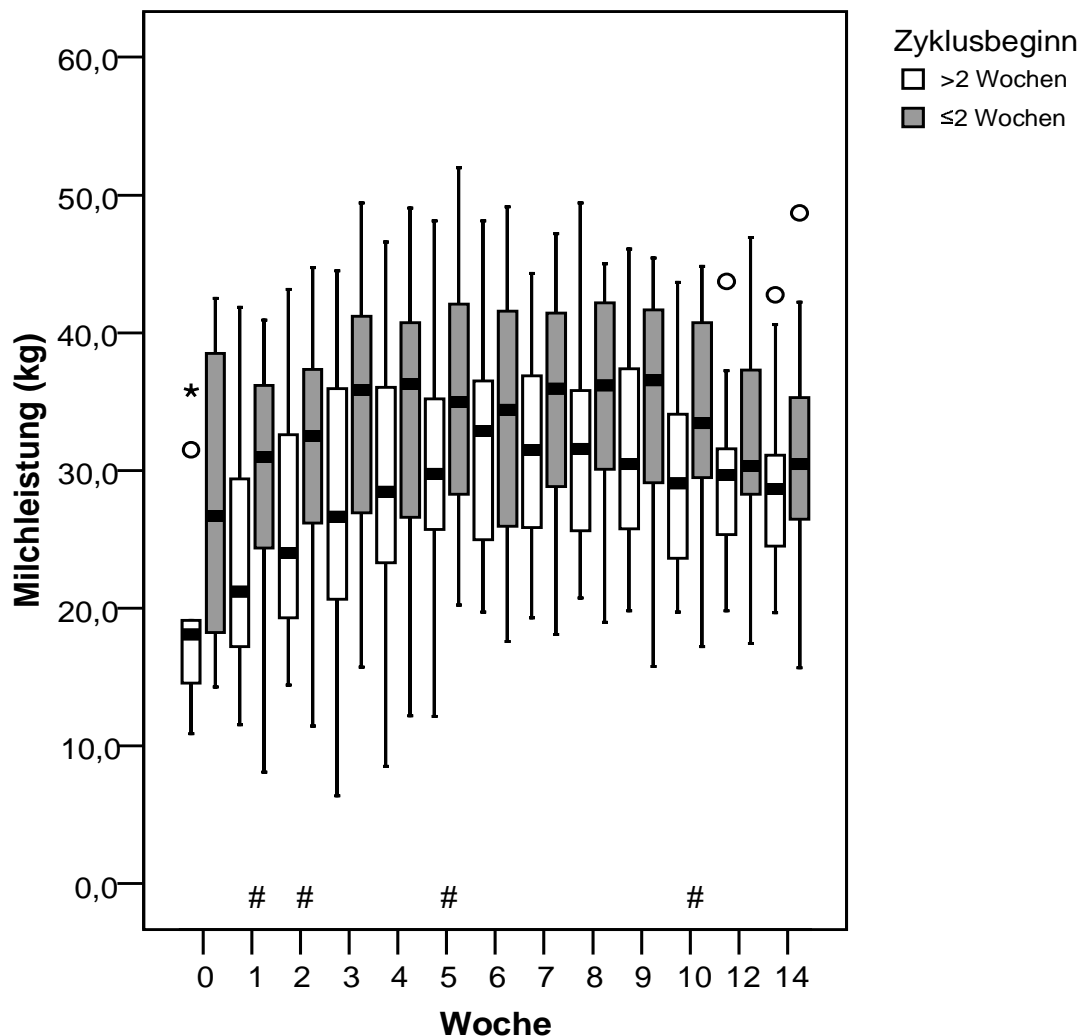


Abb. 26: Milchleistung dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Milchharnstoff**-Konzentrationen überschreiten ab der Woche 5 die obere Grenze des Referenzbereichs von 5,0 mmol/l. Außer in den Wochen 6 und 7 sind die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn innerhalb von 2 Wochen niedriger als die Werte der Kühe mit einem Zyklusbeginn später als 2 Wochen. In der Woche 2 ist dieser Unterschied signifikant ($P < 0,05$) und auch in der 1. Woche ist ein Unterschied erkennbar ($P < 0,1$). In der Woche 2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

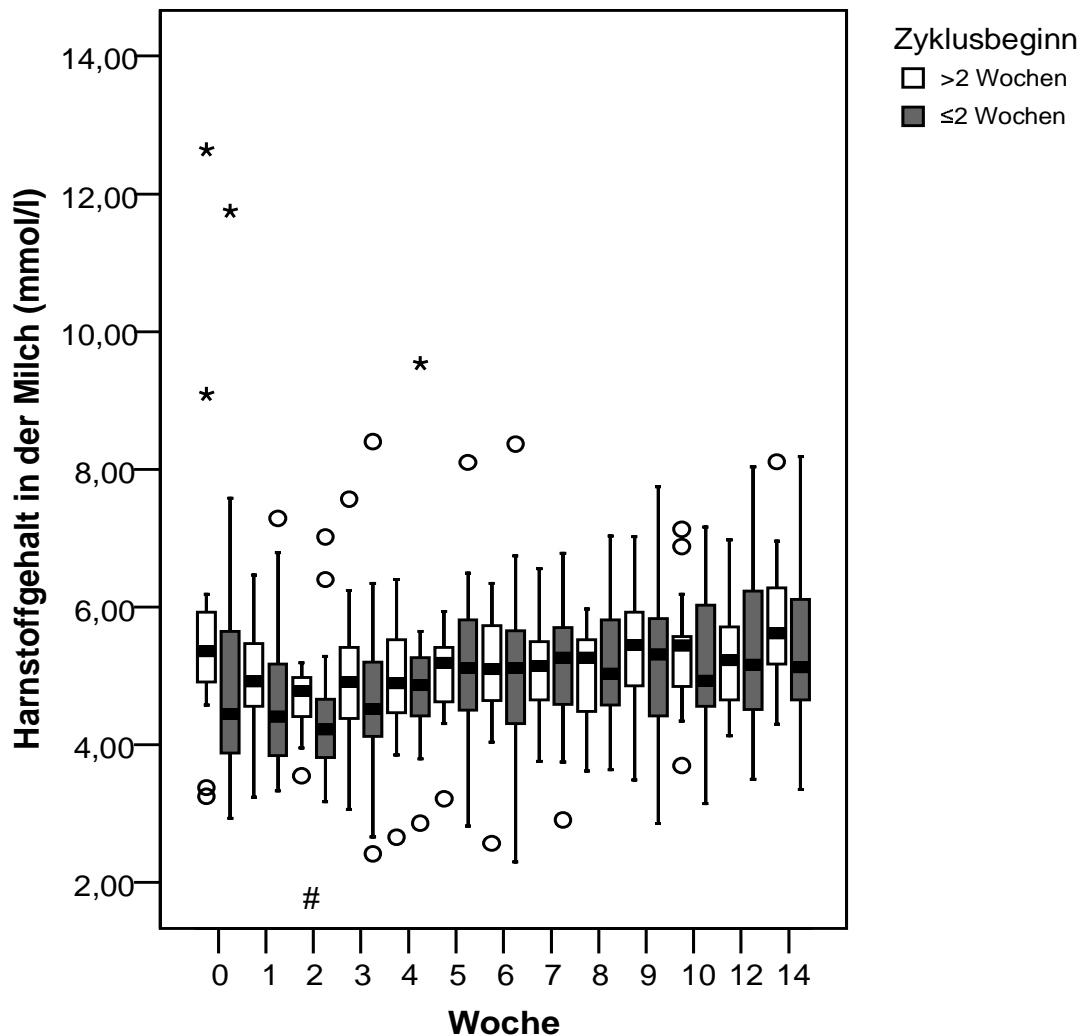


Abb. 27: Harnstoff-Gehalt in der Milch dargestellt in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

3.2.2 Brunsteinleitung

In diese Auswertung fließen die Ergebnisse aller 51 Tiere ein.

In den Gruppen des Zuordnungskriteriums Brunsteinleitung können signifikante Unterschiede bei folgenden Parametern festgestellt werden: β -Carotin, AST, AP, IGF-I, Milchlaktose, Zervixdurchmesser und dessen Veränderung. Bei den übrigen Parametern gibt es keine signifikanten Unterschiede.

Die Medianwerte der **AP**-Konzentrationen (≥ 3 Jahre) liegen außer in der Kalbewoche (Kühe mit BE) bei allen Untersuchungszeitpunkten im Referenzbereich (< 100 U/l). Dabei sind die Werte der Kühe mit BE in den Wochen -2 bis 1 und 3 bis 14 höher als die Werte der Kühe ohne BE. In den Wochen -2 und -1 sind diese Unterschiede signifikant ($P < 0,05$). Bei den Kühen unter drei Jahren sind keine signifikanten Unterschiede feststellbar. In den Wochen -2 und -1 (≥ 3 Jahre) führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

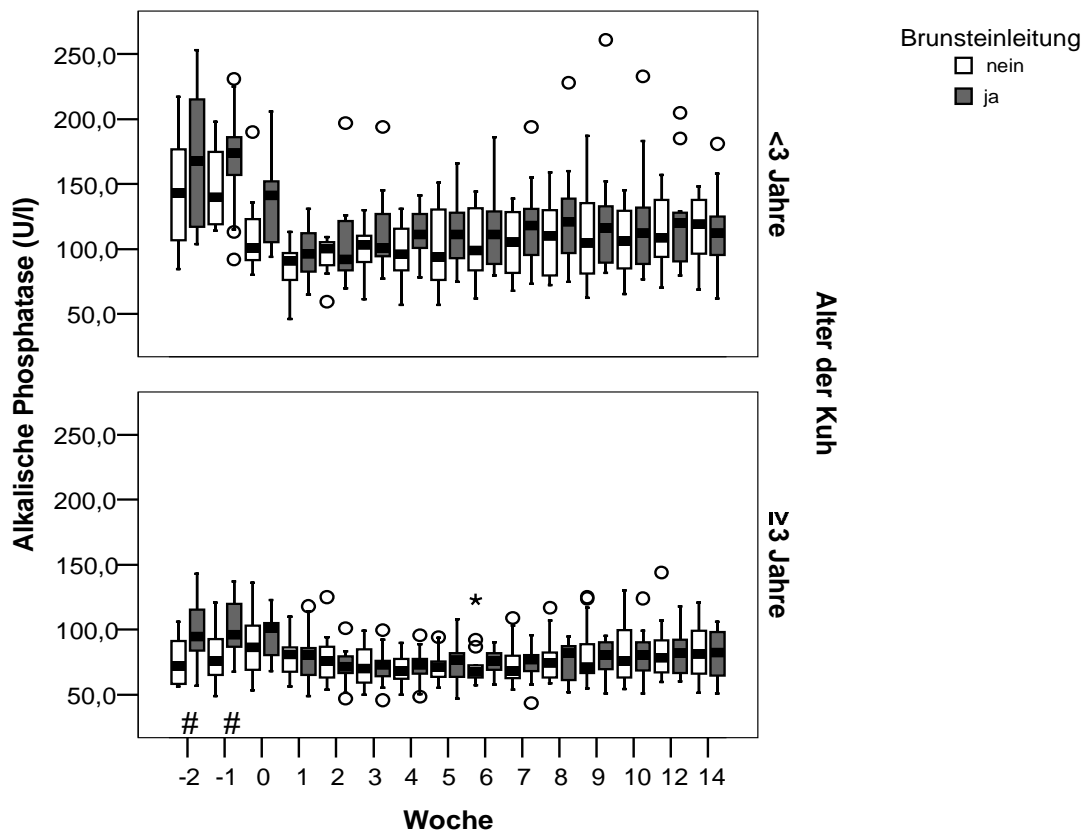


Abb. 28: AP-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **AST**-Konzentrationen liegen in den Wochen -2 und -1 im Normalbereich (<80 U/l), dann steigen die Werte über 80 U/l an, fallen in Woche 5 (Kühe mit BE) und 6 unter diesen Grenzwert, steigen wieder und bleiben bis zum Versuchsende auf erhöhtem Niveau. Zwischen Woche 0 und 9 sind die Werte der Kühe mit BE niedriger als die Werte der Kühe ohne BE. Dabei unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen in den Wochen 3, 4 und 5 signifikant ($P < 0,05$). In der Woche 3 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

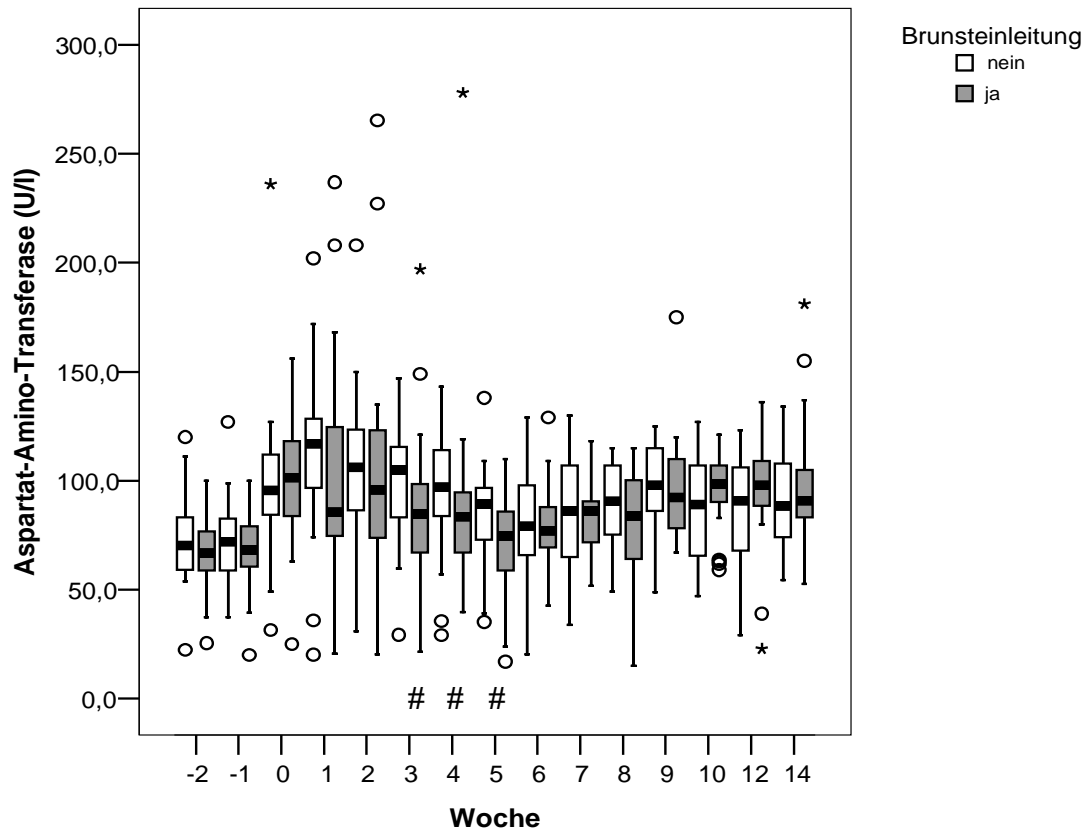


Abb. 29: AST-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Verteilung der **β -Carotin**-Konzentrationen in beiden Gruppen unterscheidet sich in den Wochen 0 und 12 signifikant ($P < 0,05$) und auch in Woche 7 ist ein Unterschied erkennbar ($P < 0,1$). In der Abkalbewoche führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

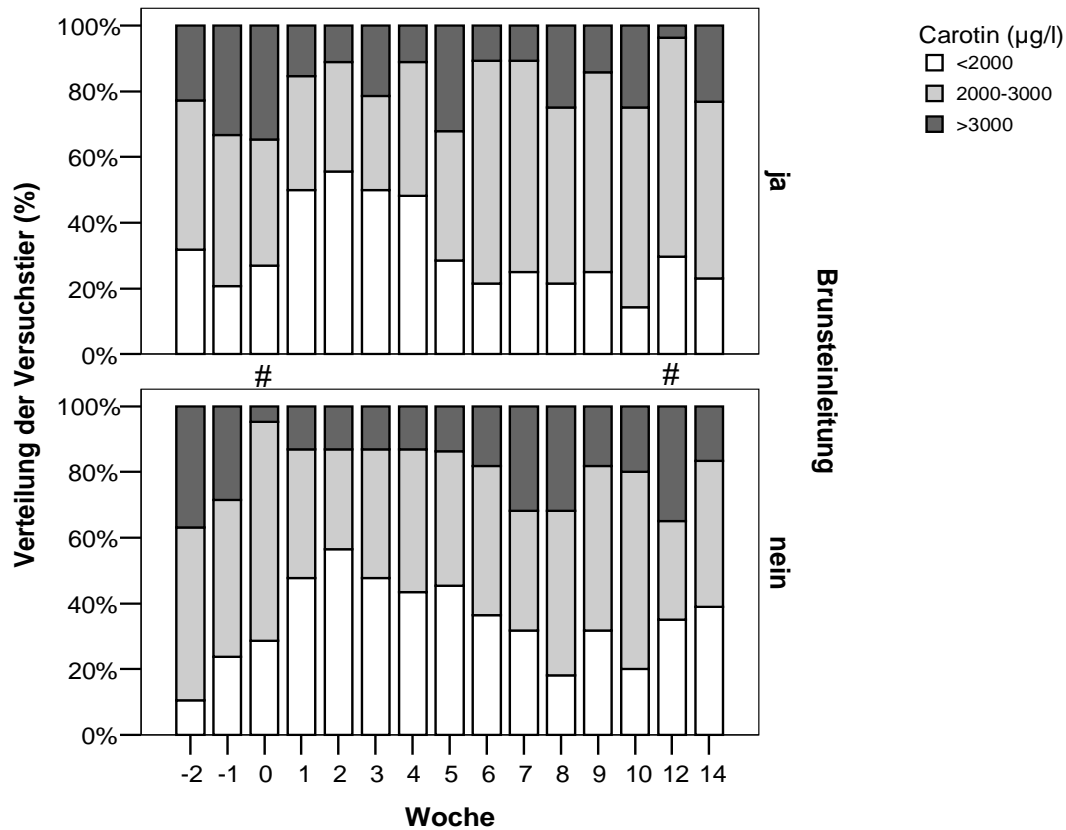


Abb. 30: β -Carotin-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Bruststeinleitung (zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **IGF-I**-Konzentrationen entsprechen im Wesentlichen dem Referenzverlauf nach PRANGE (2001). Dabei sind die Werte der Kühe mit BE zu allen Untersuchungszeitpunkten höher als die Werte der Kühe ohne BE. In den Wochen -1, 2 bis 7, 9 und 12 unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen signifikant ($P < 0,05$) und in den Wochen -2, 0 und 10 tendenziell ($P < 0,1$). In den Wochen -1, 2 und 3 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

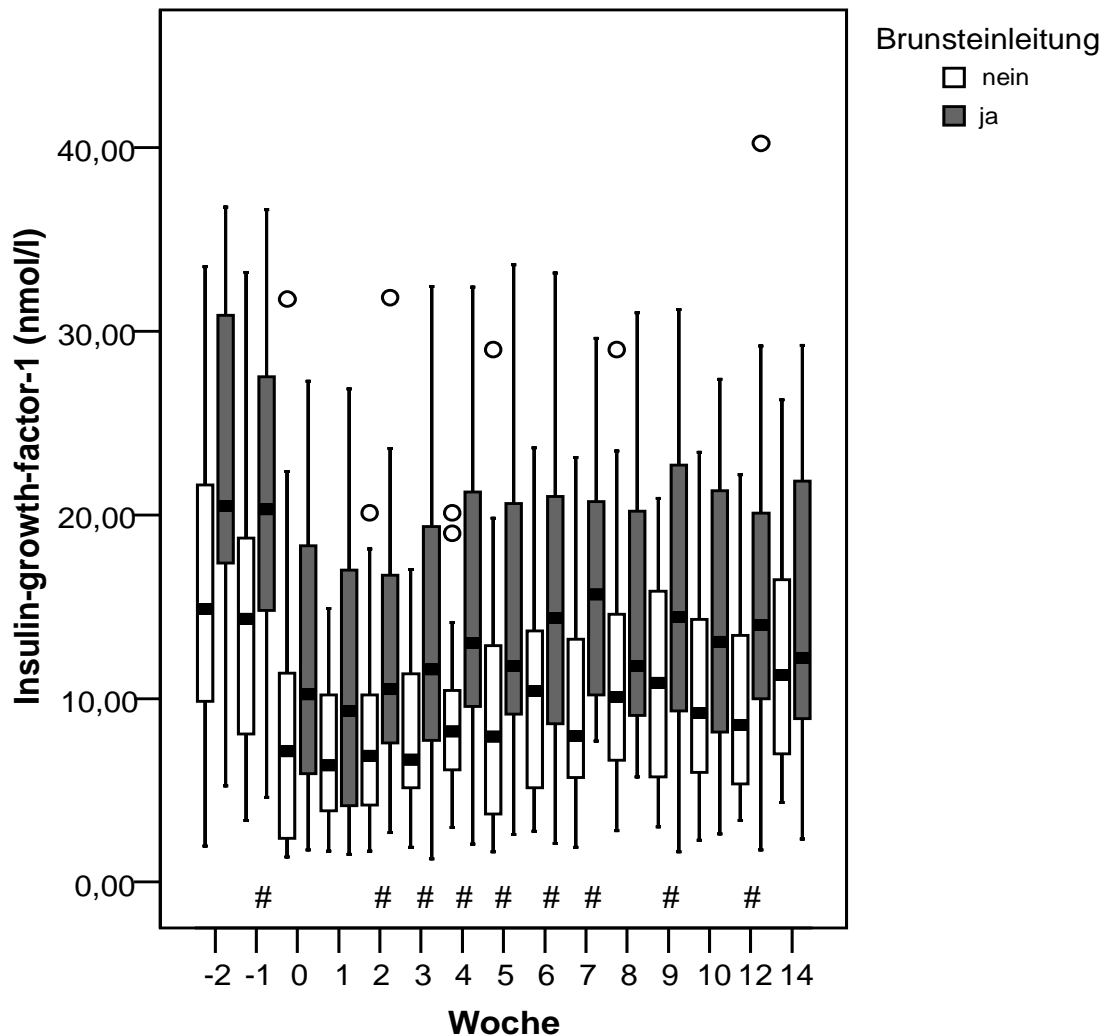


Abb. 31: IGF-I-Konzentration im Plasma dargestellt in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte des **Zervixdurchmessers** liegen alle unter 7,5 cm. In den Wochen 0 und 1 sind die Werte der Kühe mit BE niedriger als die Werte der Kühe ohne BE, in den Wochen 2 bis 4 höher. Dabei sind die Unterschiede in der Woche 1 signifikant ($P < 0,05$). In der Woche 1 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

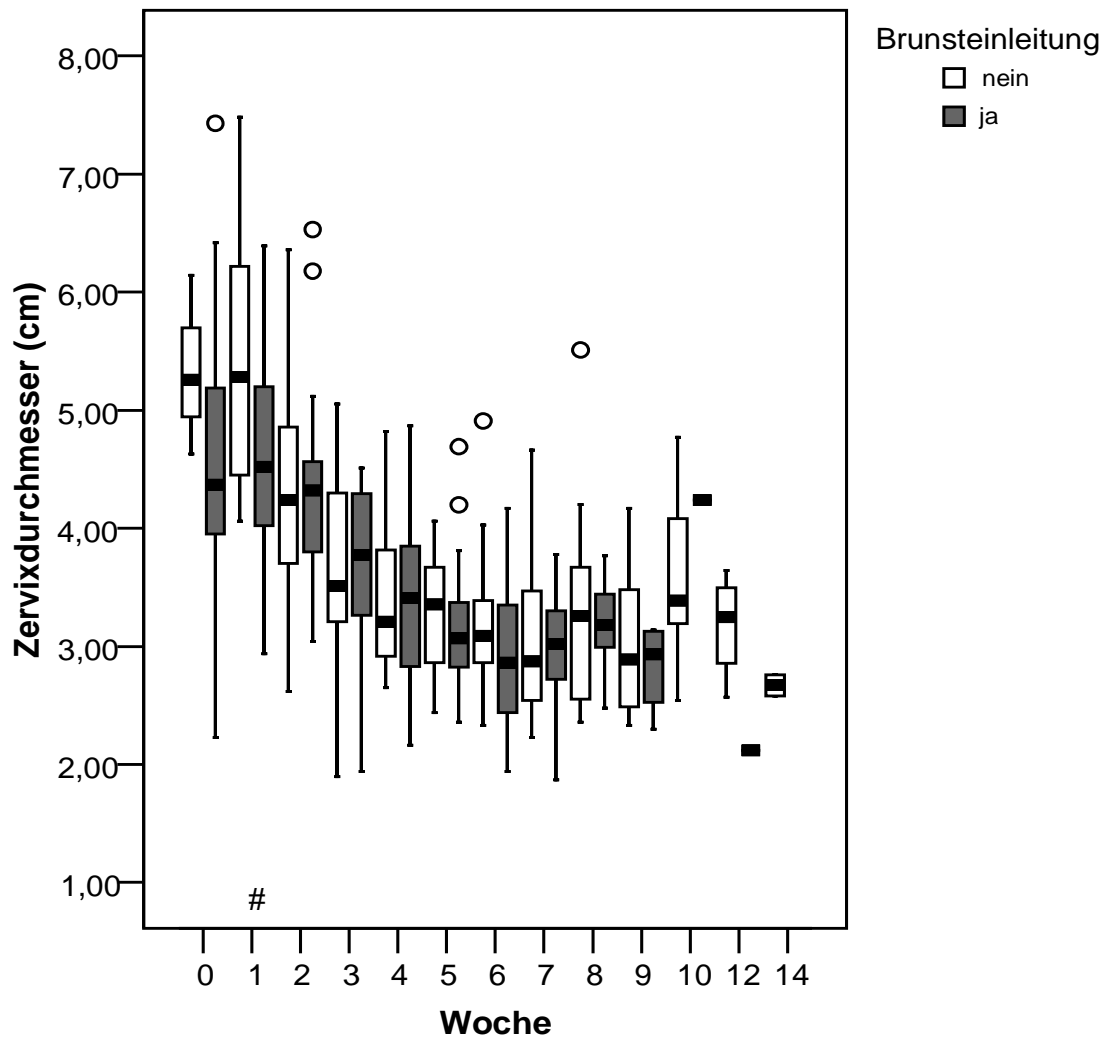


Abb. 32: Durchmesser der Zervix dargestellt in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Veränderung des Zervixdurchmessers** sind in der Gruppe mit BE in den Wochen 2 bis 4 größer als die Werte der Gruppe ohne BE. In Woche 2 ist dieser Unterschied signifikant ($P < 0,05$). In der Woche 2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

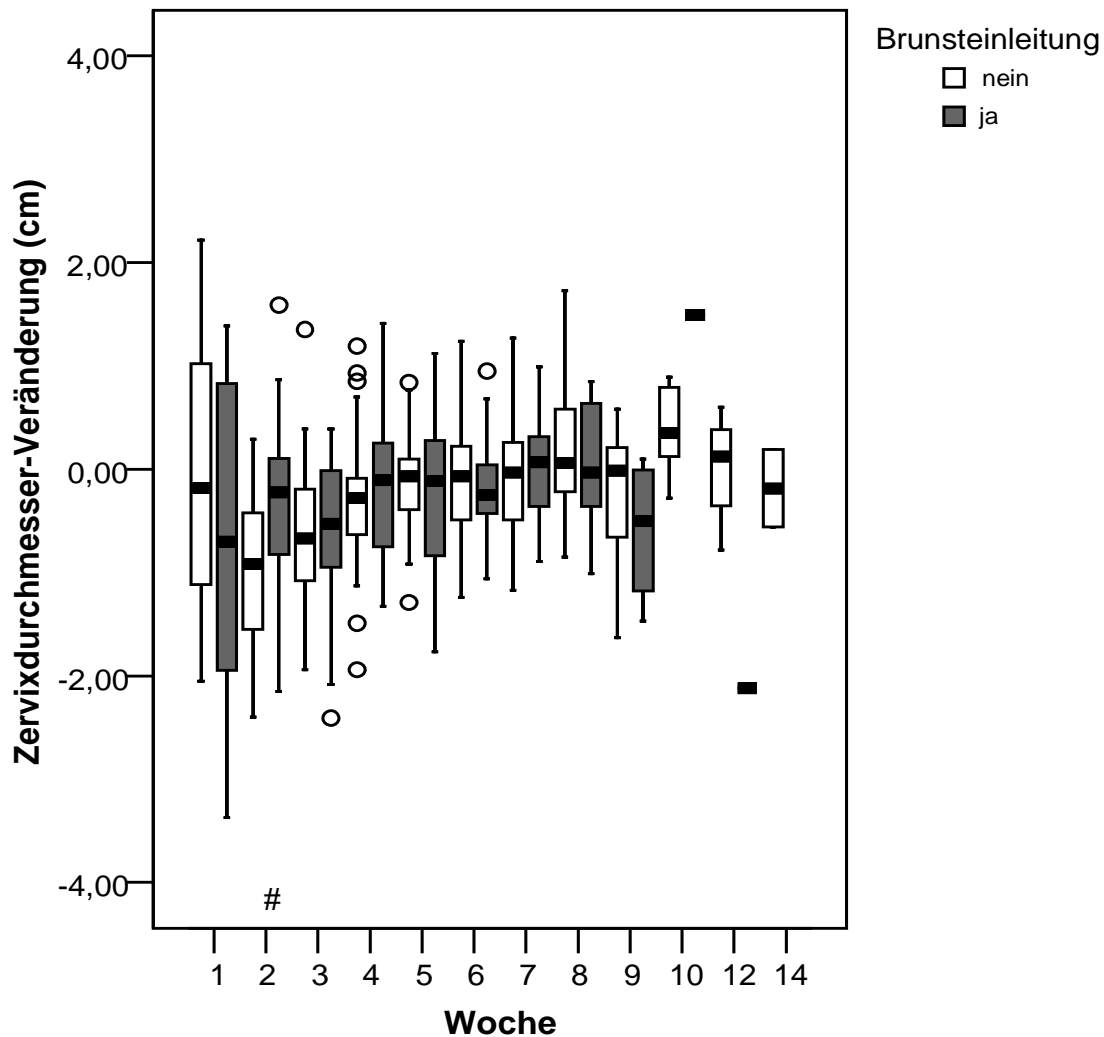


Abb. 33: Veränderung des Durchmessers der Zervix dargestellt in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Laktosekonzentrationen in der Milch** liegen in den Wochen 0 und 1 (Kühe ohne BE) unter 4,6 %, danach befinden sich alle Werte innerhalb des Referenzbereiches von 4,6 bis 5,0 %. Von Woche 0 bis 4 sind die Werte der Kühe mit BE höher als die Werte der Kühe ohne BE. Dabei unterscheiden sich die Werte der Gruppen in den Wochen 0, 2 und 3 signifikant ($P < 0,05$). In den Wochen 0, 2 und 3 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

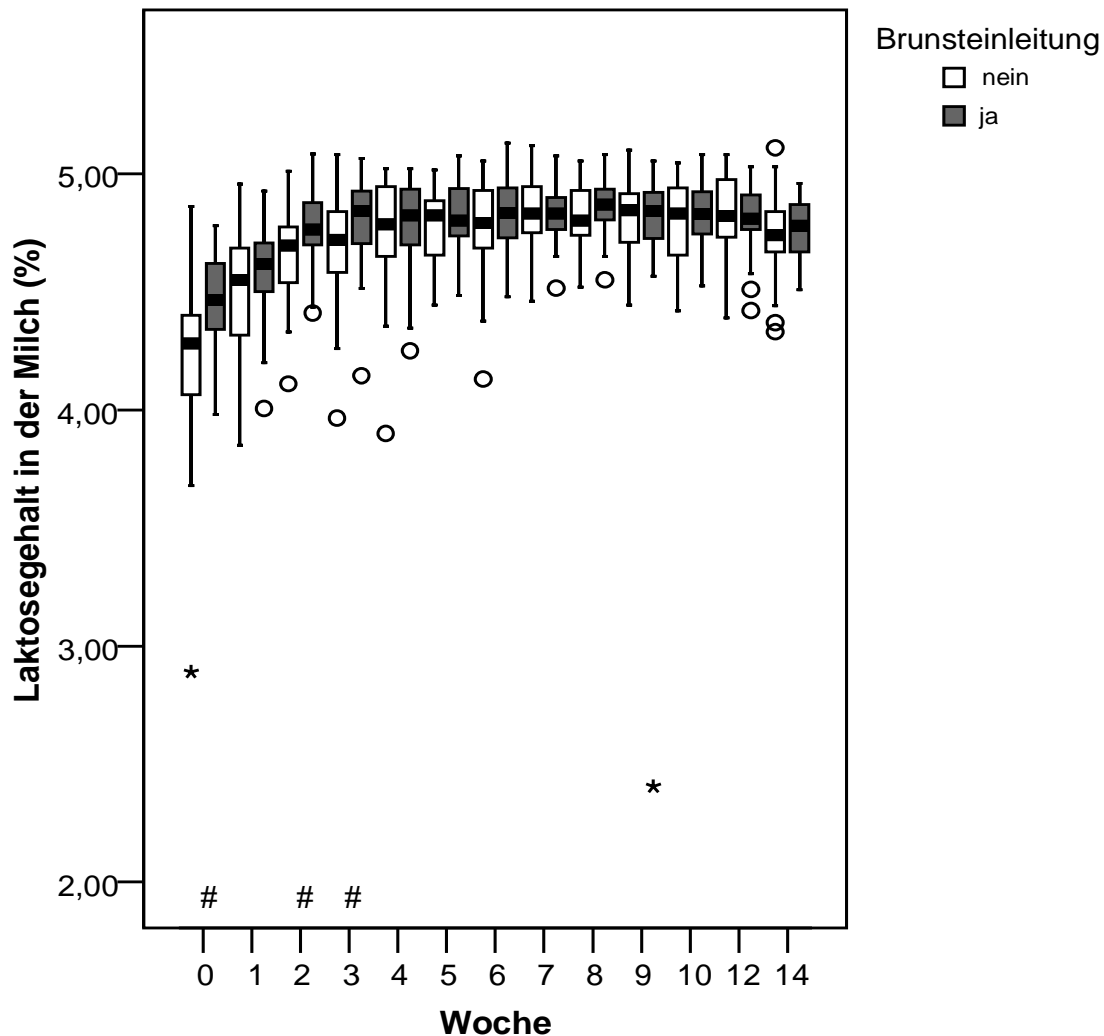


Abb. 34: Laktose-Konzentration in der Milch dargestellt in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

3.2.3 Ovarialzysten

In diese Auswertung fließen die Ergebnisse aller 51 Tiere ein.

In den Gruppen des Zuordnungskriteriums Ovarialzysten können signifikante Unterschiede bei folgenden Parametern festgestellt werden: AST, CK, Milchlaktose, FEQ, FLQ, Zervixdurchmesser, rechter Horndurchmesser und Nachgeburtverhaltung. Bei den übrigen Parametern gibt es keine signifikanten Unterschiede.

Die Medianwerte der **AST**-Konzentrationen liegen in den ersten beiden Wochen bei beiden Gruppen im Referenzbereich (<80 U/l), steigen dann an, fallen dann in Woche 5 und 6 wieder unter 80 U/l ab (Werte der Kühe ohne Zysten) um ab Woche 7 über diesen Grenzwert anzusteigen. Von Woche -2 bis 7 sind die Werte der Kühe ohne Zyste niedriger als die Werte der Kühe mit Zyste, von Woche 8 bis 14 höher. Dabei unterscheiden sich die beiden Gruppen in den Wochen 3 bis 5 signifikant ($P < 0,05$) und auch in den Wochen 1 und 2 ist ein Unterschied erkennbar ($P < 0,1$).

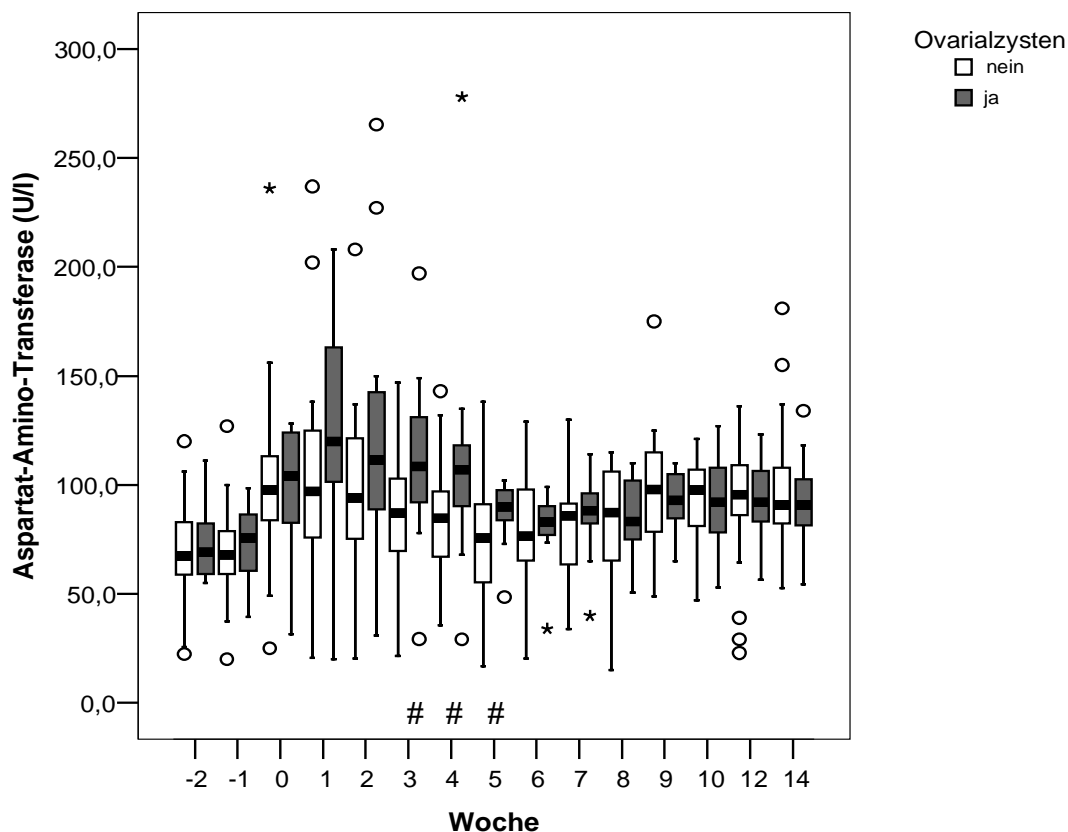


Abb. 35: AST-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **CK**-Konzentrationen liegen außer dem Wert der Kühe mit Zyste in Woche 1 zu allen Untersuchungszeitpunkten innerhalb des Referenzbereichs (100 U/l). In den Wochen 0 bis 4 zeigen die Kühe ohne Zysten niedrigere Werte als die Kühe mit Zysten. Dabei ist der Unterschied der Werte der beiden Gruppen in Woche 2 signifikant ($P < 0,05$).

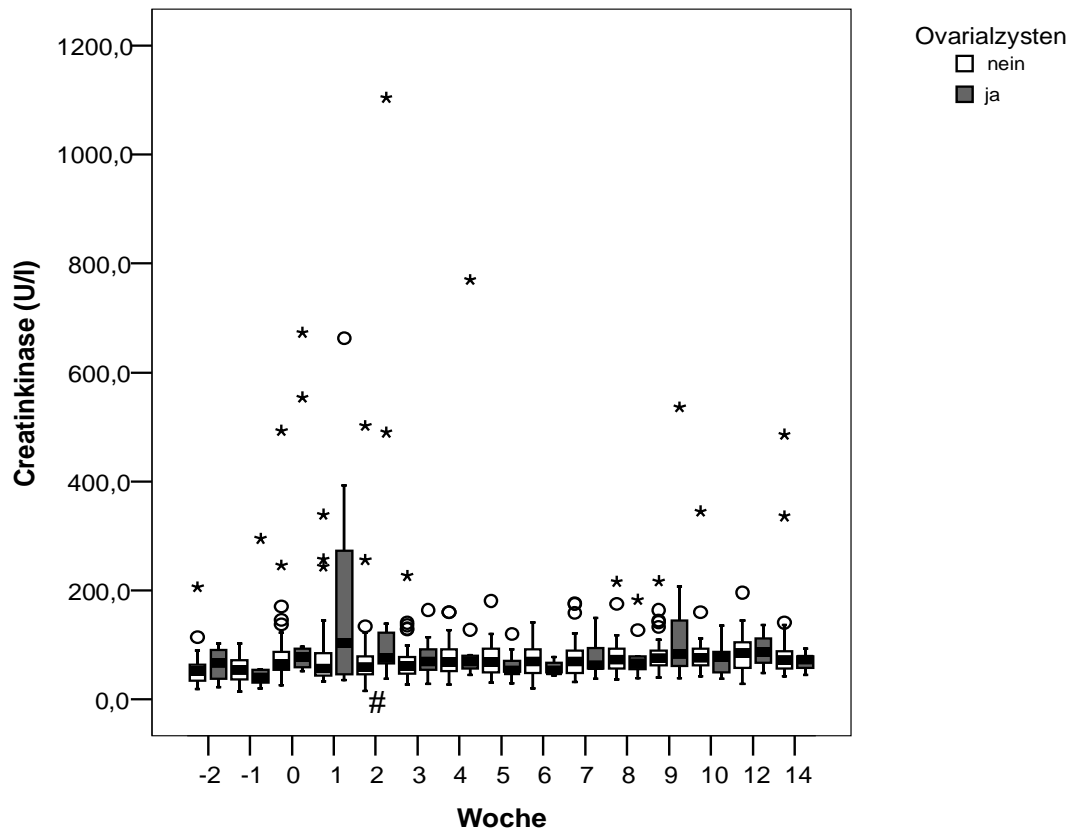


Abb. 36: CK-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte des **Zervixdurchmessers** der Kühe mit Zyste sind in den Wochen 0 bis 5 höher als die Werte der Kühe ohne Zyste. Diese Unterschiede sind in Woche 2 signifikant ($P < 0,05$).

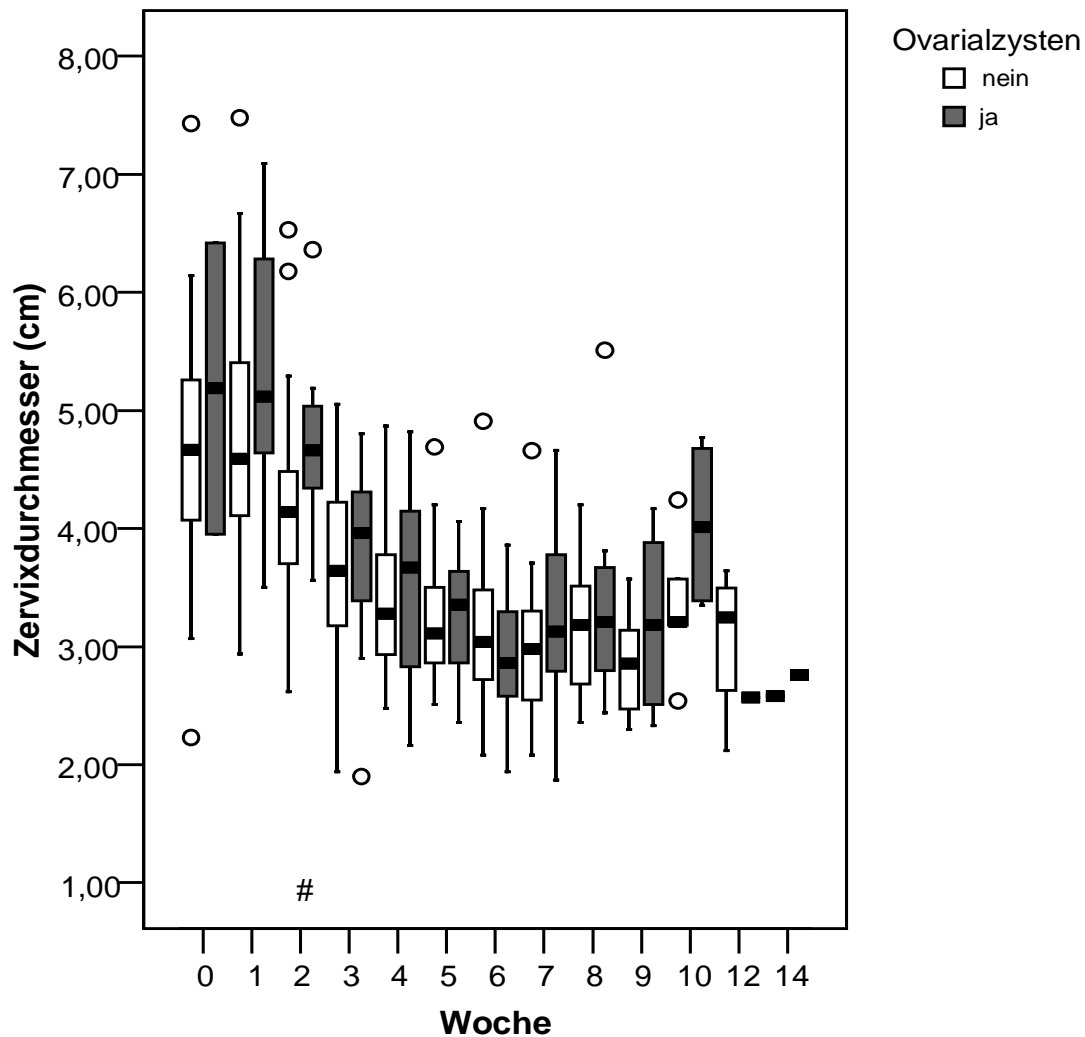


Abb. 37: Durchmesser der Zervix dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte des **rechten Horndurchmessers** der Kühe mit Zyste sind in den Wochen 2 bis 6 höher als die Werte der Kühe ohne Zyste. Dabei unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen in den Wochen 1 und 4 signifikant ($P < 0,05$). In der Woche 1 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

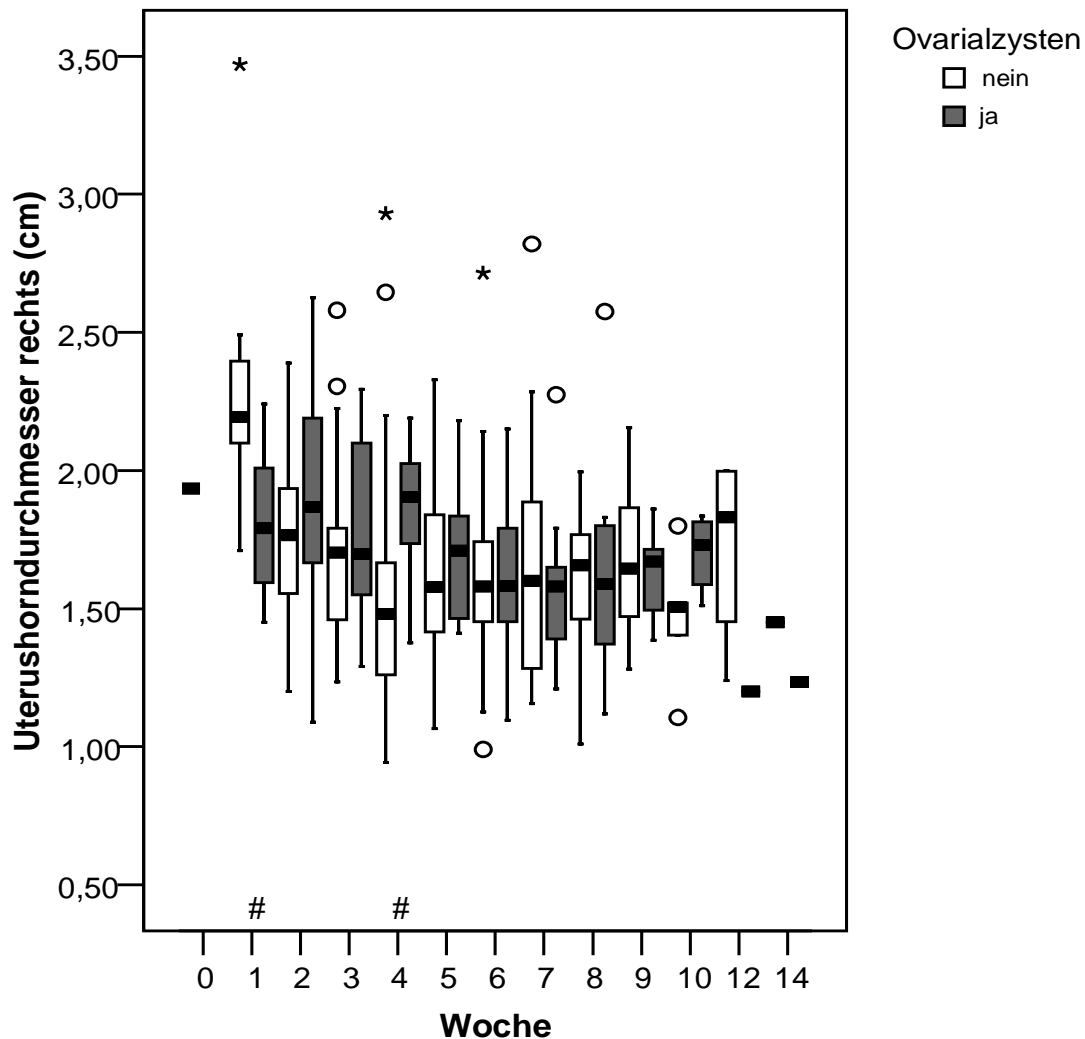


Abb. 38: Durchmesser des rechten Uterushorns dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Laktosekonzentration in der Milch** liegen in den Wochen 0 und 1 unterhalb des Referenzbereiches von 4,6 und 5,0%. Dabei sind die Werte der Kühe mit Zyste immer niedriger als die Werte der Kühe ohne Zyste. In den Wochen 1 bis 6 sind diese Unterschiede signifikant ($P < 0,05$) und auch in den Wochen 0 und 8 sind Unterschiede erkennbar ($P < 0,1$). In den Wochen 1 und 2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

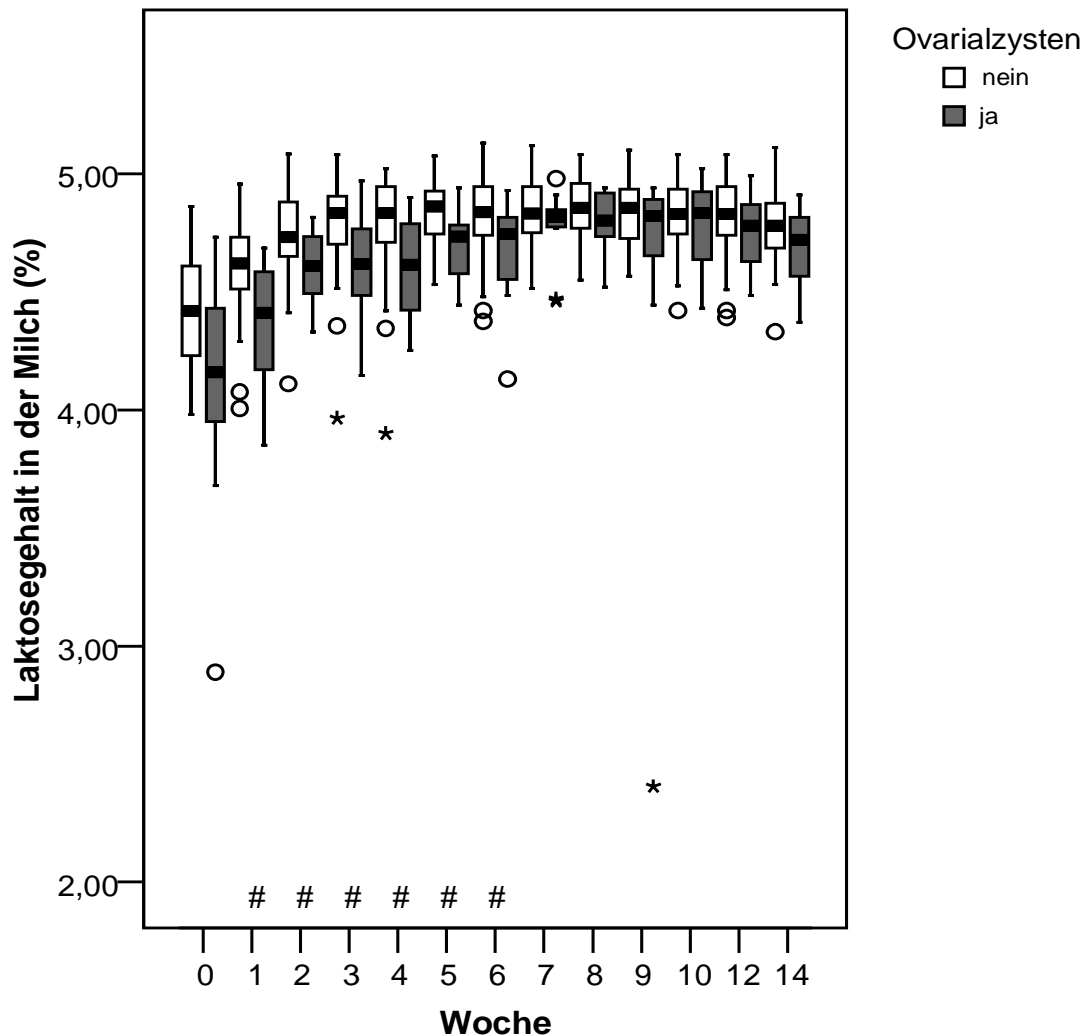


Abb. 39: Laktose-Gehalt in der Milch dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte des **Fett-Eiweiß-Quotienten** der Kühe mit Zyste liegen nur in Woche 2 und 3 über dem oberen Grenzwert von 1,5. Die Werte der Kühe ohne Zyste befinden sich zu allen Untersuchungszeitpunkten innerhalb des Referenzbereichs von 1,0 bis 1,5. In den Wochen 1 bis 8 sind die Werte der Kühe mit Zyste höher als die Werte der Kühe ohne Zyste. Dabei unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen in den Wochen 2 und 4 signifikant ($P < 0,05$) und in Woche 12 tendenziell ($P < 0,1$).

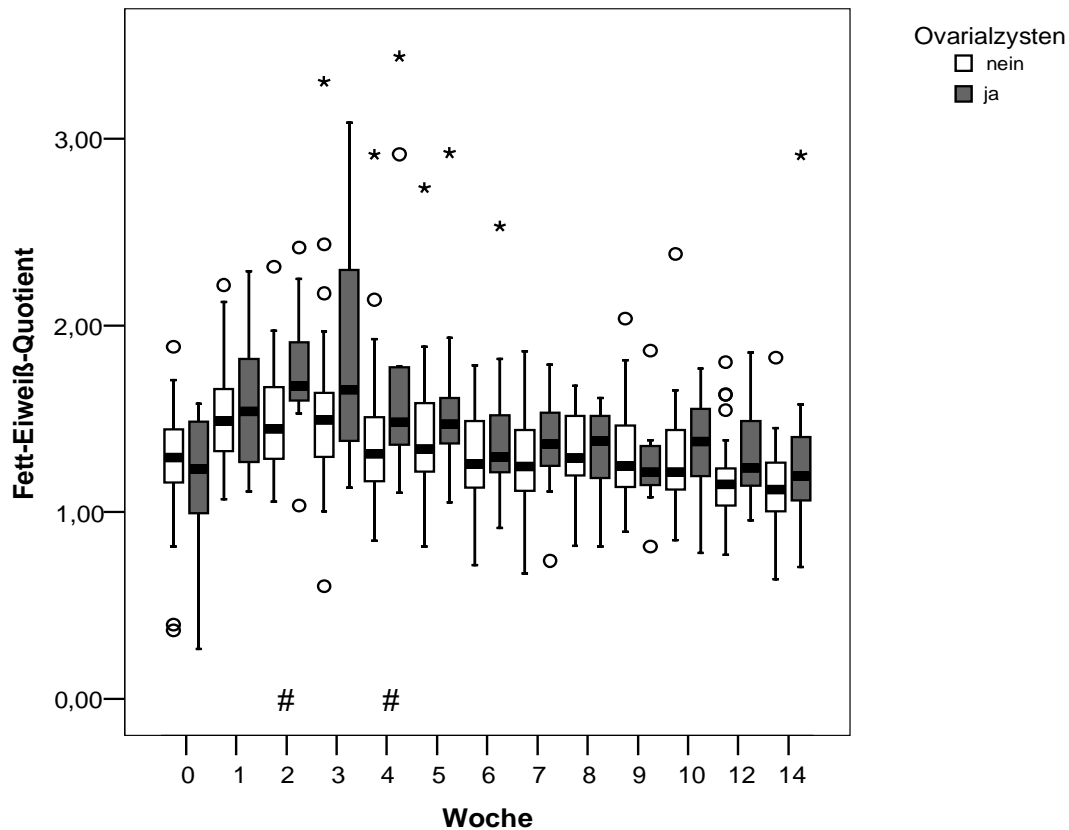


Abb. 40: FEQ dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte des **Fett-Laktose-Quotienten** fallen von Woche 0 bis Woche 6 (Kühe mit Zysten) bzw. 7 (Kühe ohne Zysten). In den Wochen 4 bis 14 (Kühen ohne Zysten) bzw. in den Wochen 6, 9 und 14 liegen die Werte unterhalb des unteren Referenzwertes von 0,81. Die Werte der Kühe mit Zysten sind in den Wochen 1 bis 7 höher als die Werte der Kühe ohne Zysten. Dabei sind die Unterschiede der Werte der beiden Gruppen in den Wochen 2 und 4 signifikant ($P < 0,05$).

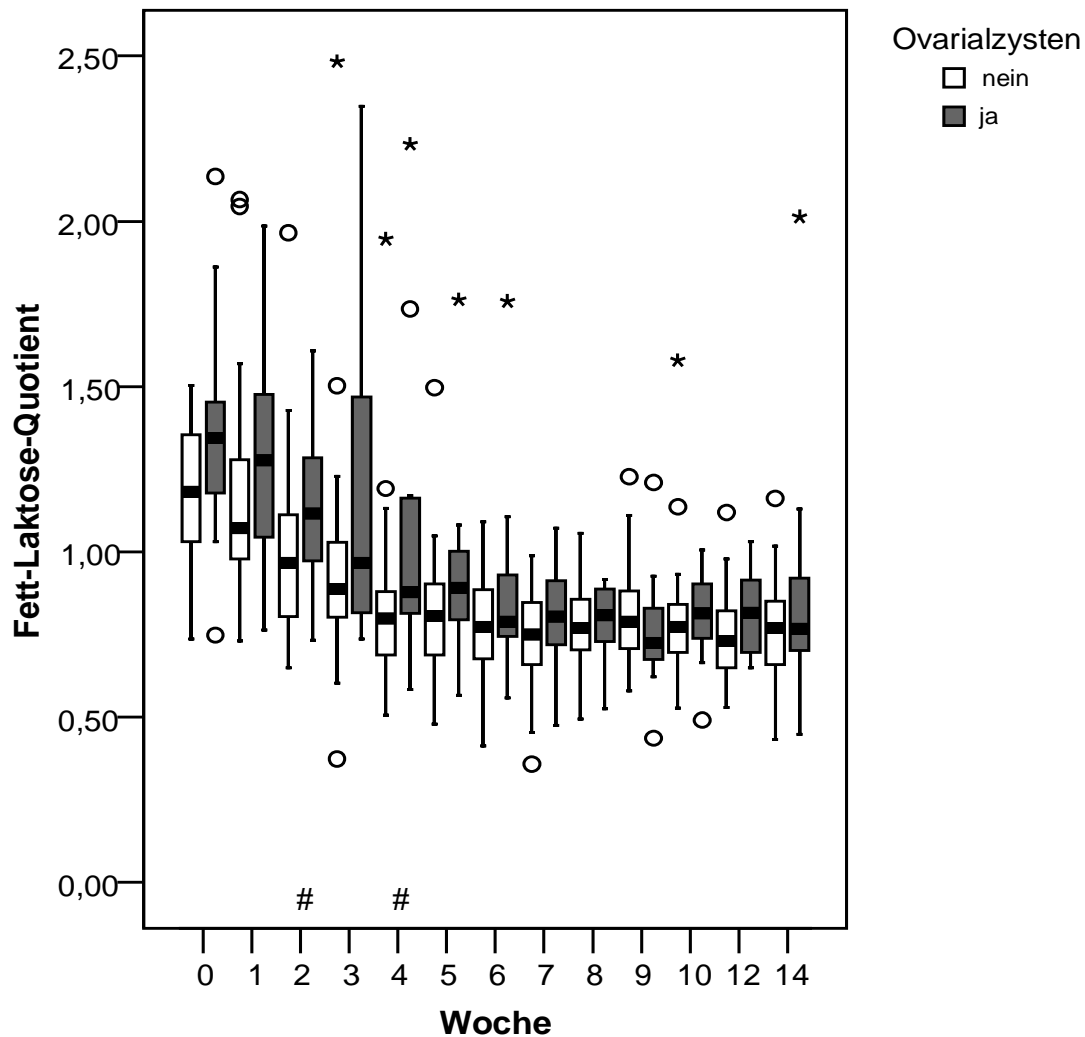


Abb. 41: FLQ -Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Zwischen der Häufigkeit einer diagnostizierten **Retentio secundinarum** und der Kühe mit Zysten ein signifikanter Zusammenhang ($P < 0,05$). So trat eine Retentio secundinarum bei Kühen mit Zysten in 8 % der Fälle auf, bei Kühen ohne Zysten in 3 % der Fälle.

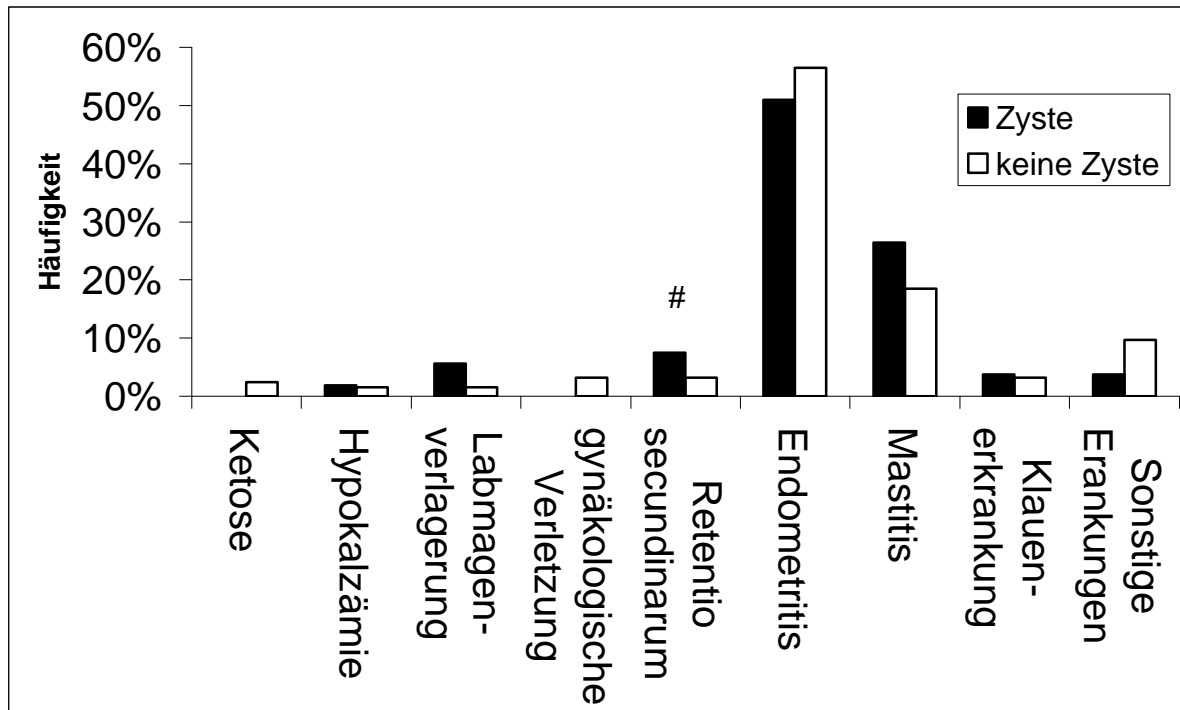


Abb. 42: Retentio secundinarum dargestellt in Abhängigkeit von Ovarialzysten (zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

3.2.4 Uterusrückbildung

In diese Auswertung fließen die Ergebnisse aller 51 Tiere ein.

In den Gruppen des Zuordnungskriteriums Uterusrückbildung konnten signifikante Unterschiede bei folgenden Parametern festgestellt werden: BHB, FFS, Energiebilanz, Milchlaktose. Bei den übrigen Parametern gibt es keine signifikanten Unterschiede.

In der Gruppe Kühe mit Uterusrückbildung ≤ 3 Wochen überschreiten die Medianwerte der **FFS**-Konzentrationen in der Kalbewoche den oberen Grenzwert von 620 $\mu\text{mol/l}$. In allen Untersuchungswochen sind die Werte der Kühe mit Uterusrückbildung >3 Wochen signifikant höher als die Werte der Kühe mit Uterusrückbildung ≤ 3 Wochen ($P < 0,05$). In der Abkalbewoche führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

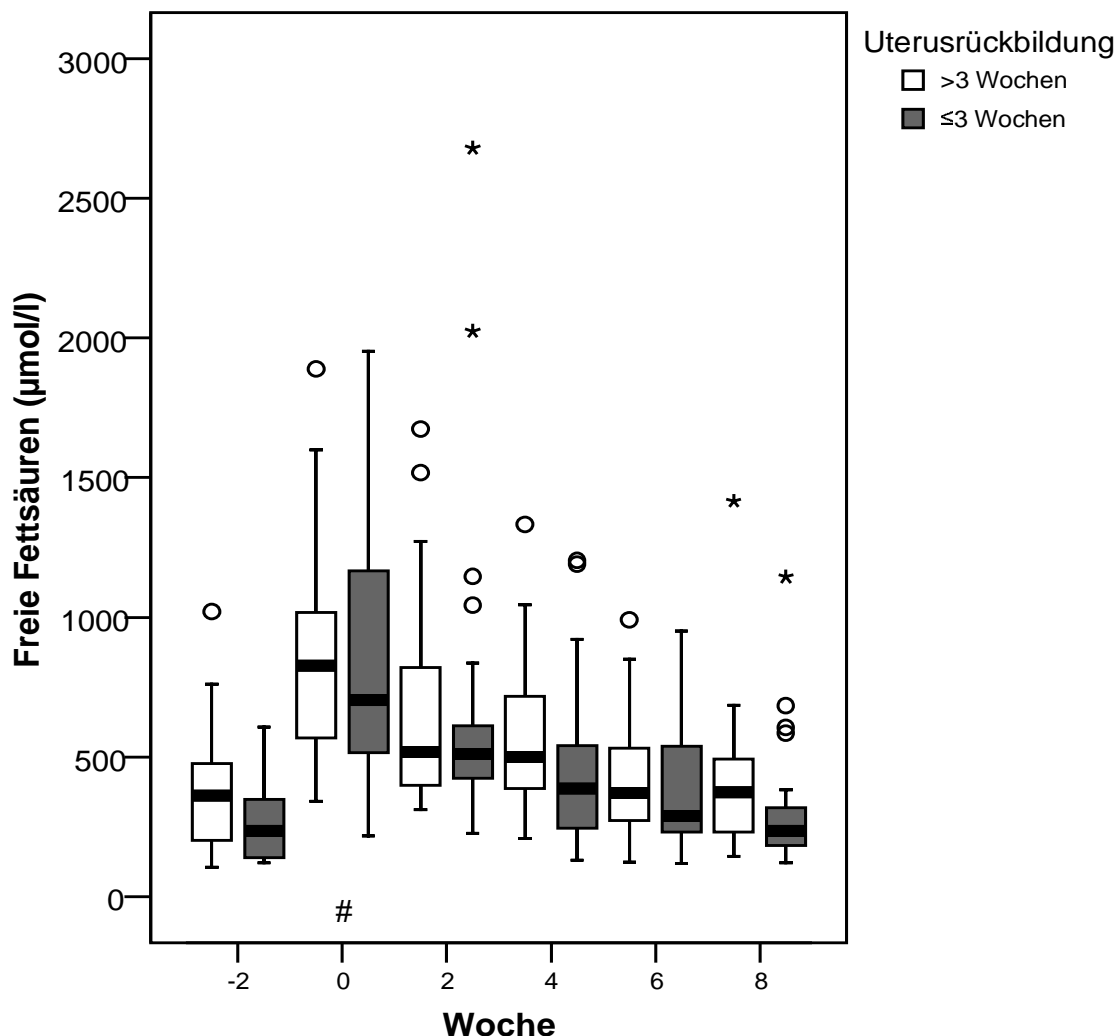


Abb. 43: FFS-Konzentration im Plasma dargestellt in Abhängigkeit von Uterusrückbildung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **BHB**-Konzentrationen liegen in allen Wochen oberhalb des oberen Grenzwertes von 0,53 mmol/l. Die Werte der Kühe mit Uterusrückbildung ≤ 3 Wochen sind bei den Untersuchungswochen -2, -1 und 2 bis 14 niedriger als die Werte der Kühe mit Uterusrückbildung >3 Wochen. In den Wochen 2, 4, 5, 7, 9, 10 und 14 unterscheiden sich die Werte dieser Gruppen signifikant ($P < 0,05$), und auch in den Wochen 6 und 12 ist ein Unterschied tendenziell erkennbar ($P < 0,1$).

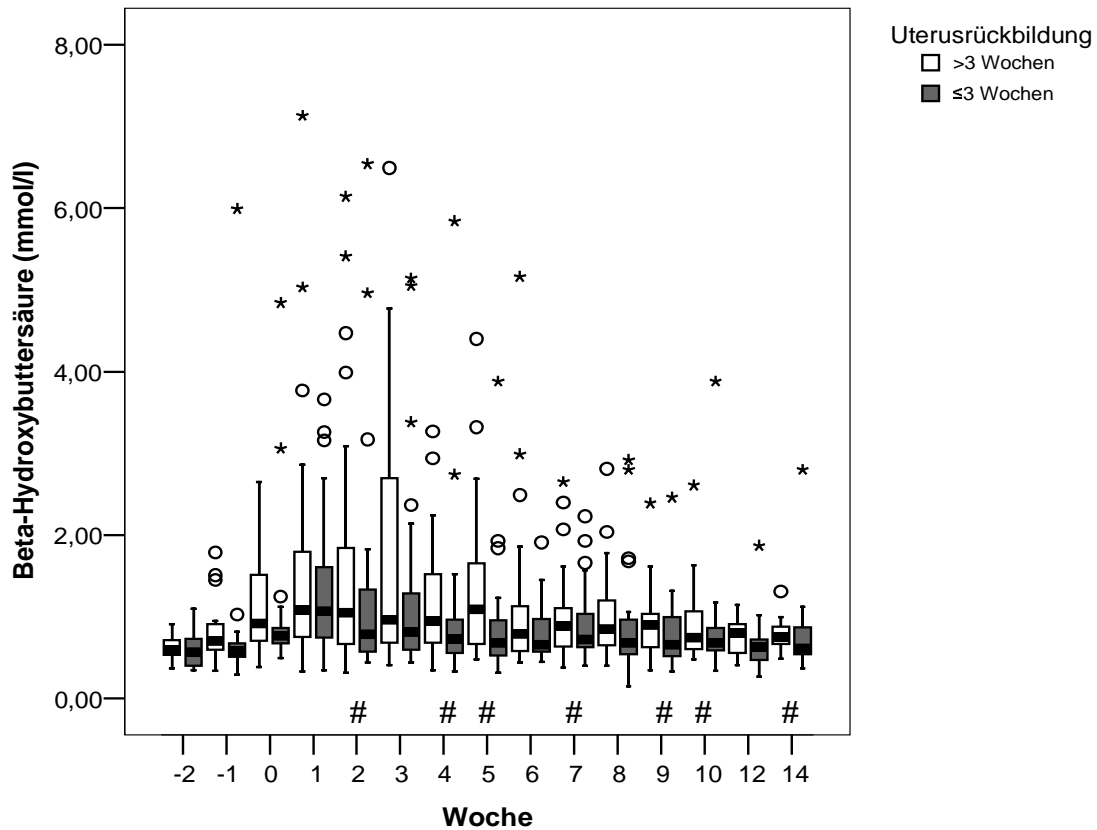


Abb. 44: BHB-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Uterusrückbildung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Laktosekonzentration in der Milch** liegen ab Woche 2 innerhalb des Referenzbereiches von 4,6 bis 5,0 %. Zu allen Untersuchungszeitpunkten sind die Werte der Kühe mit Uterusrückbildung ≤ 3 Wochen höher als die Werte der Kühe mit Uterusrückbildung >3 Wochen. Dabei ist der Unterschied zwischen den beiden Gruppen in den Wochen 2, 6 und 12 signifikant ($P < 0,05$), sowie in Woche 5 tendenziell erkennbar ($P < 0,1$). In der Woche 2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

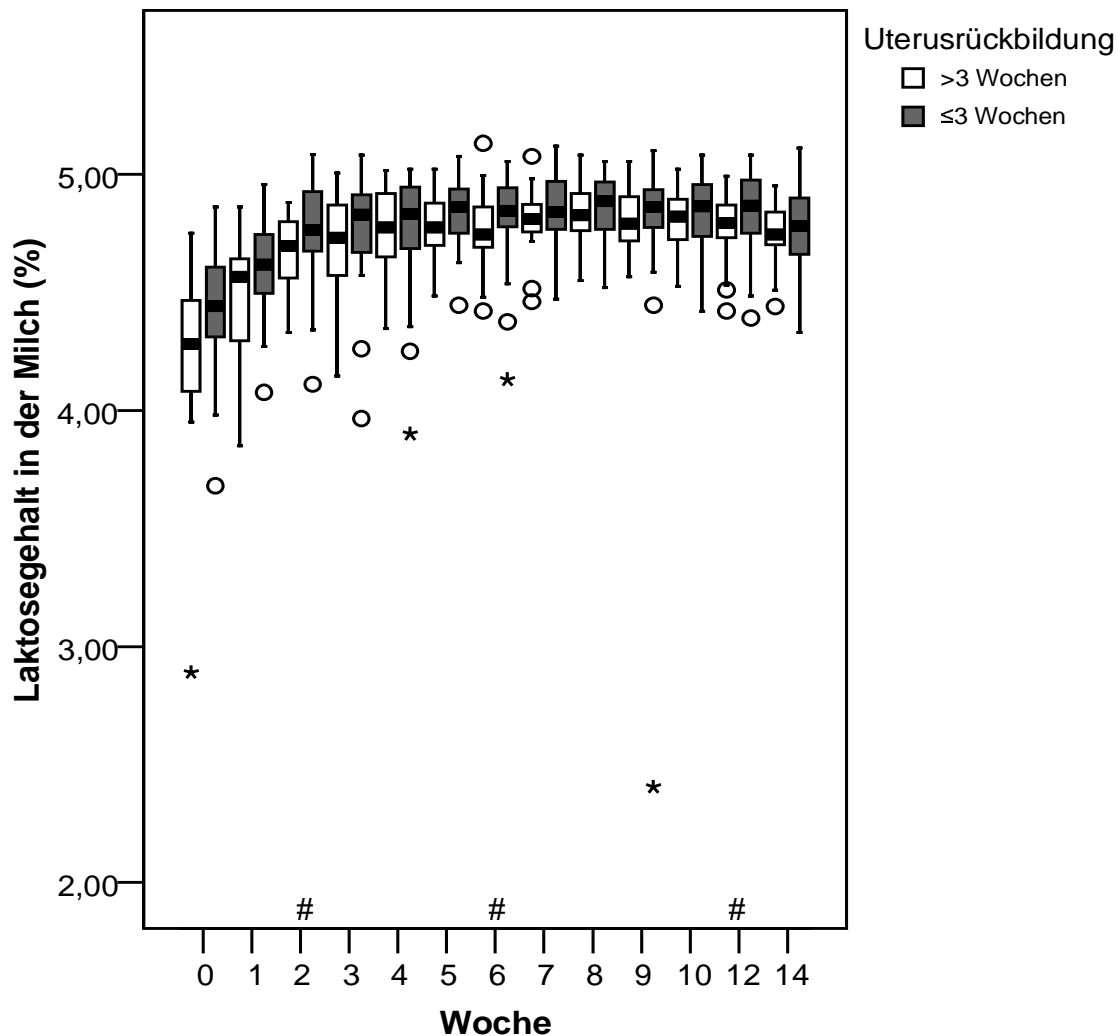


Abb. 45: Laktose-Gehalt in der Milch dargestellt in Abhängigkeit von Uterusrückbildung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Energiebilanz** erreichen bei beiden Gruppen in Woche 1 den niedrigsten Wert (-60,0 bzw. -59,2 MJ NEL). Die Werte der Kühe mit Uterusrückbildung ≤ 3 Wochen (Woche 12) erreichen schneller den positiven Bereich als die Werte der Kühe mit Uterusrückbildung > 3 Wochen (Woche 14). In den Wochen 2 bis 12 sind die Werte der Kühe mit Uterusrückbildung ≤ 3 Wochen höher als die Werte der Kühe mit Uterusrückbildung > 3 Wochen. Der Unterschied der beiden Gruppen ist in den Wochen 2, 5 und 7 signifikant ($P < 0,05$) und in den Wochen 3 und 12 tendenziell erkennbar ($P < 0,1$). In der Woche 2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

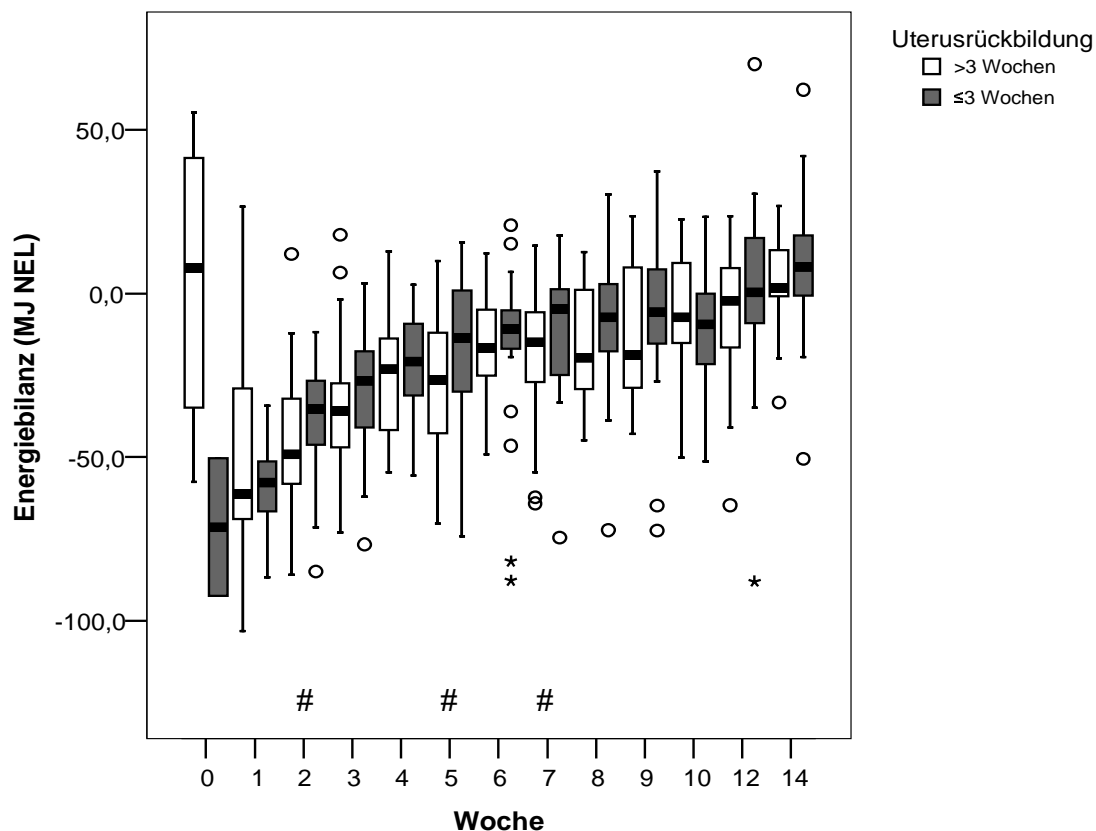


Abb. 46: Energiebilanz dargestellt in Abhängigkeit von Uterusrückbildung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

3.2.5 Erkrankungen des Uterus

In diese Auswertung fließen die Ergebnisse aller 51 Tiere ein.

Die Häufigkeit der Diagnosen mit Befund ist in Abbildung 47 dargestellt.

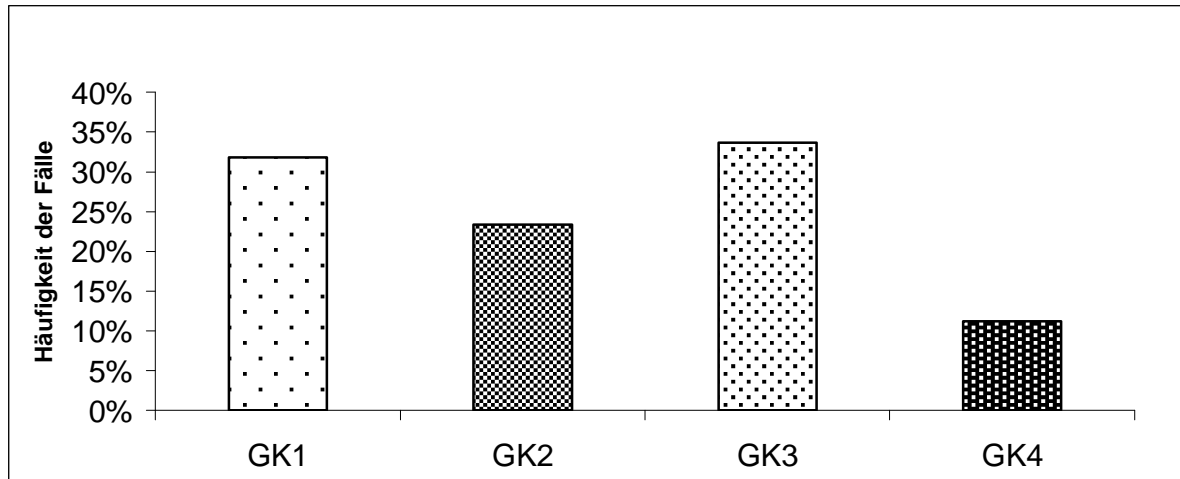


Abb. 47: Vergleich der Diagnosen mit Befund bei der vaginalen Untersuchung

In den Gruppen des Zuordnungskriteriums Uteruserkrankung konnten signifikante Unterschiede bei folgenden Parametern festgestellt werden: Bilirubin, GLDH, GGT, Milchlaktose, FLQ, Veränderung des BCS, Veränderung der RFD. Bei den übrigen Parametern gibt es keine signifikanten Unterschiede.

Die Medianwerte der **Bilirubin**-Konzentrationen liegen außer dem Wert der Gruppe GK1 oder GKII in der Woche -1 über dem Referenzbereich ($<5,3 \mu\text{mol/l}$). Zwischen Woche -1 und 6 sind die Werte der Kühe mit GK1 oder GKII niedriger als die Werte der der Kühe mit GKIII oder GKIV. Dabei sind die Werte der beiden Gruppen in den Wochen -1, 0 und 2 signifikant unterschiedlich ($P < 0,05$) und in den Wochen 1 und 12 tendenziell verschieden ($P < 0,1$). In den Wochen 0 und 2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

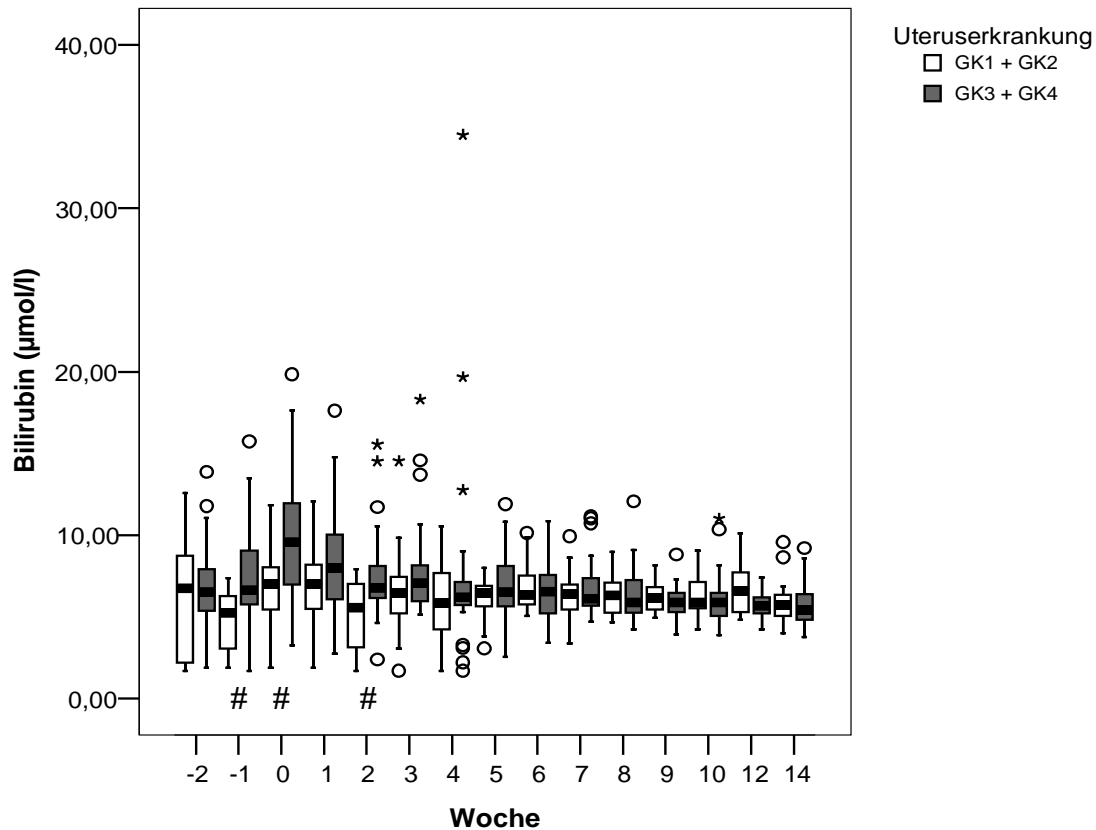


Abb. 48: Bilirubin-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **GLDH**-Konzentration liegen zu allen Untersuchungszeitpunkten im Referenzbereich (<40 U/l). In den Wochen -2 bis 3 sind die Werte der Kühe mit GK1 oder GKII höher als die Werte der Kühe mit GKIII oder GKIV. Dabei unterscheiden sich die beiden Gruppen in der Kalbewoche signifikant ($P < 0,05$) und auch in Woche -2 ist ein Unterschied erkennbar ($P < 0,1$). In der Abkalbewoche führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

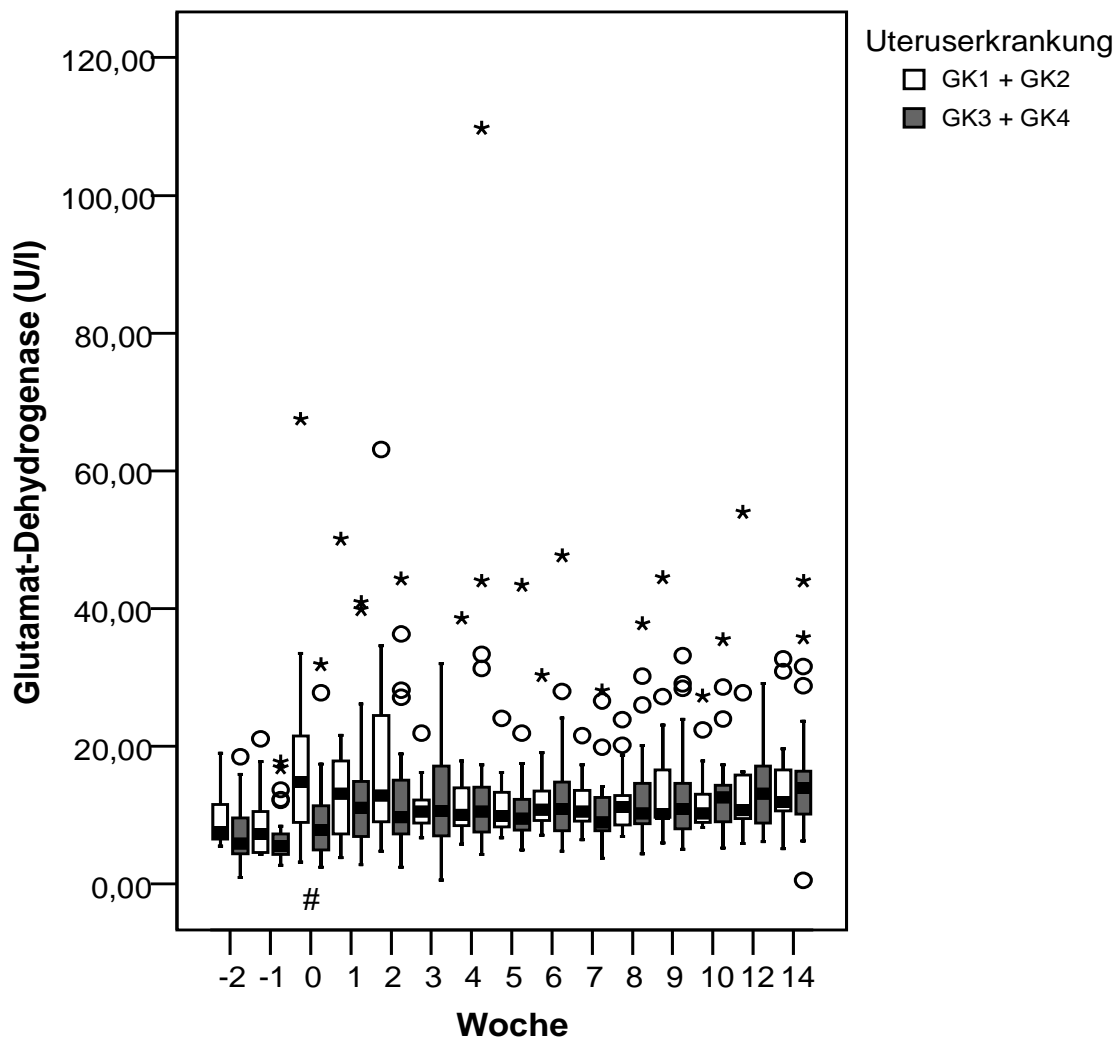


Abb. 49: GLDH-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **GGT**-Konzentration liegen zu jedem Untersuchungszeitpunkt innerhalb des Referenzbereichs (<50 U/l). Zwischen den Wochen -2 bis 10 sind die Werte der Kühe mit GK1 oder GKII höher als die Werte der Kühe mit GKIII oder GKIV. Dabei unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen in den Wochen -1 bis 2 signifikant ($P < 0,05$), sowie in den Wochen 8 und 9 tendenziell ($P < 0,1$). In den Wochen -1 bis 2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

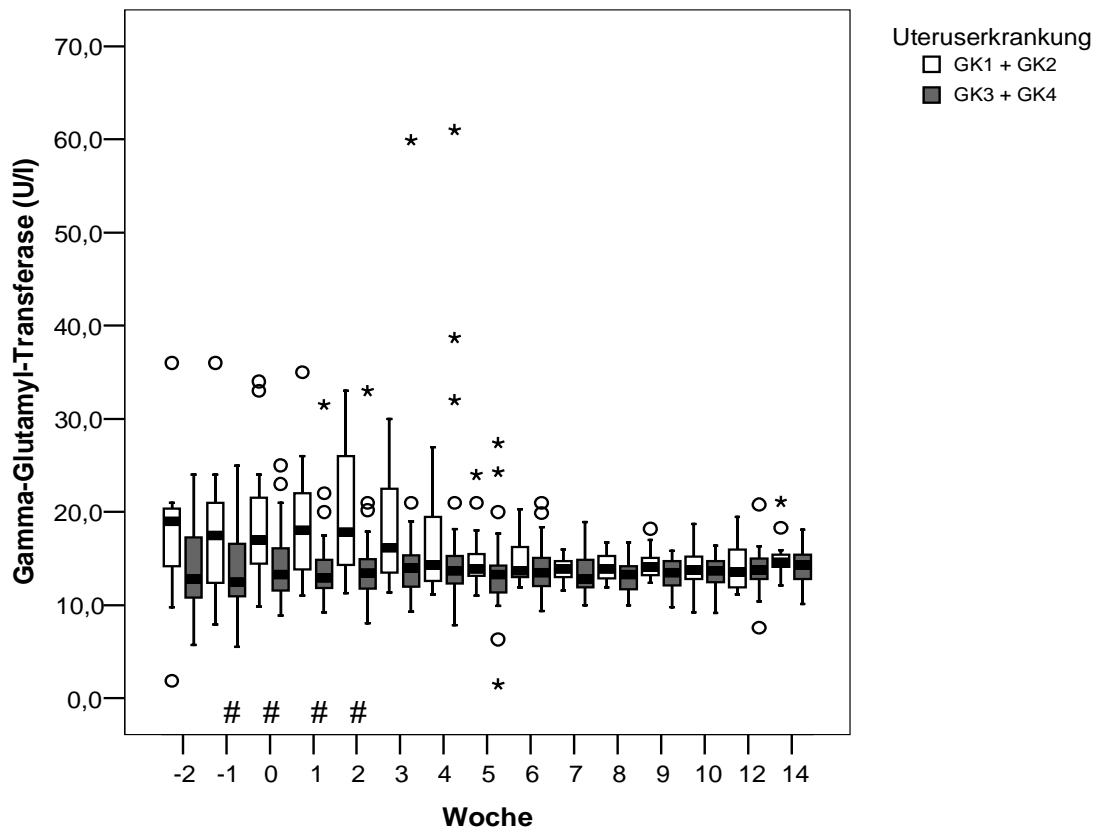


Abb. 50: GGT-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Laktosekonzentration in der Milch** liegen in den Wochen 0 (beide Gruppen) und 1 (GKIII oder GKIV) unterhalb der unteren Grenze von 4,6 %. Die Medianwerte der Kühe mit GK1 oder GK2 sind zu allen Untersuchungszeitpunkten höher als die der Kühe mit GKIII oder GKIV. Dabei unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen in Woche 1 signifikant ($P < 0,05$) und auch in Woche 10 ist ein Unterschied erkennbar ($P < 0,1$). In der Woche 1 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

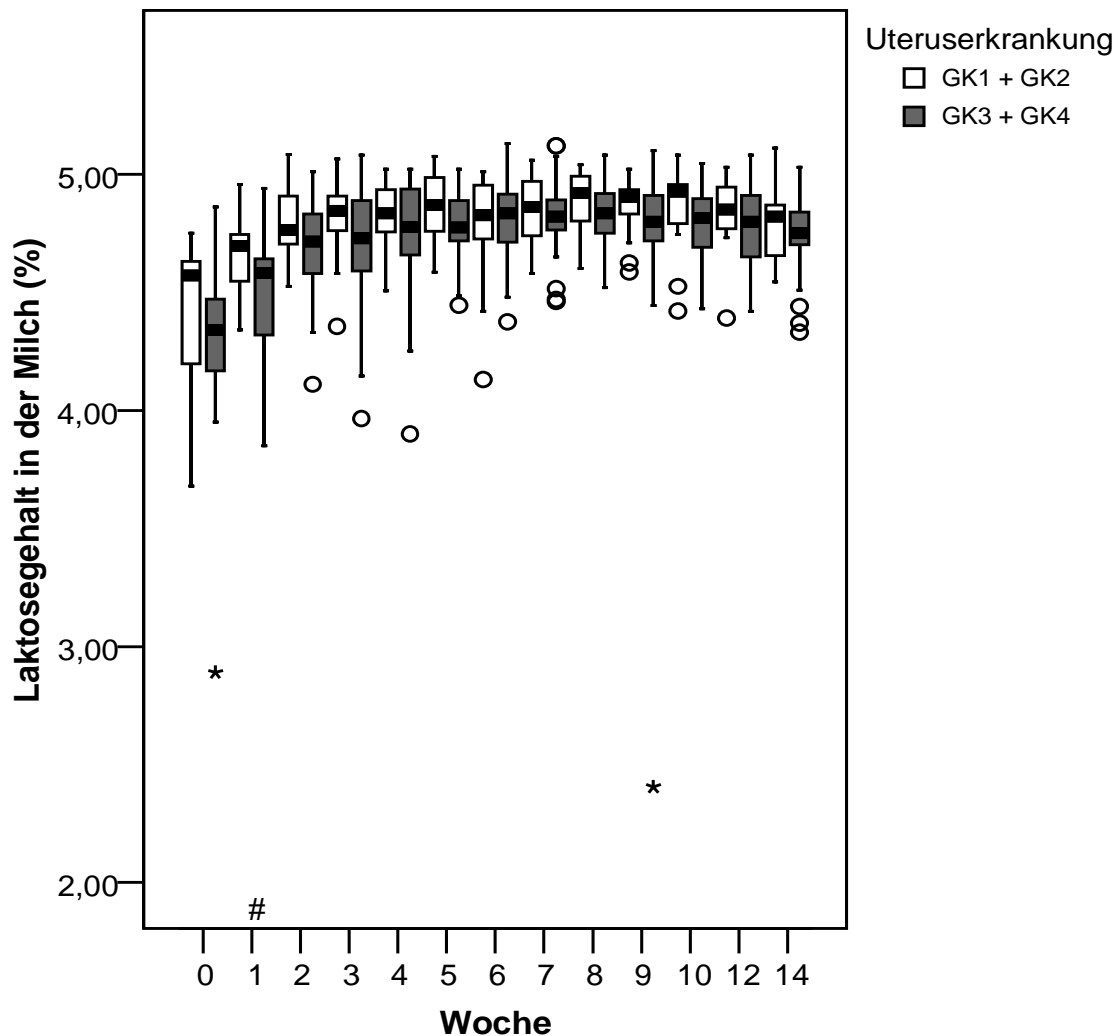


Abb. 51: Laktose-Gehalt in der Milch dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte des **Fett-Laktose-Quotients** fallen ab der Kalbewoche in beiden Gruppen ab. In den Wochen 4 bis 14 (GKI oder GKII) bzw. in den Wochen 6 bis 14 (GKIII oder GKIV) liegen die Werte unter dem Grenzwert von 0,81. Die Werte der Kühe mit GKI oder GKII sind zwischen den Wochen 0 bis 6 niedriger als die Werte der Kühe mit GKIII oder GKIV. In der Abkalbewoche unterscheiden sich die der beiden Gruppen signifikant ($P < 0,05$). In der Abkalbewoche führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

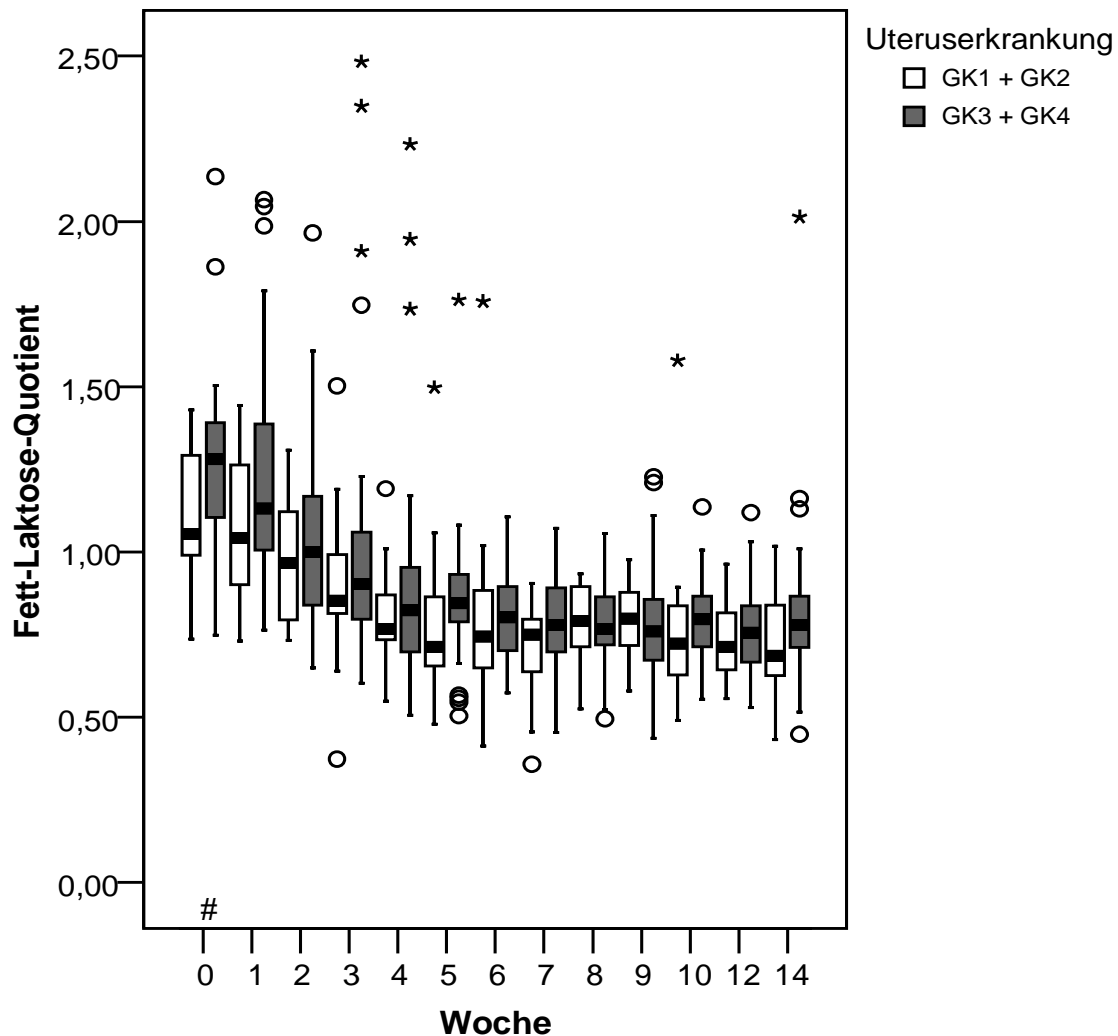


Abb. 52: FLQ dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Veränderung des BCS** befinden sich zu allen Messungen innerhalb des Referenzbereiches von -0,25 bis 0,75. Die Werte der Gruppe GKI oder GKII erreichen ihren Tiefpunkt in Woche 2 (-0,50), die Werte der Gruppe GKIII oder GKIV bleiben in den Wochen 2 und 3 auf gleichem tiefen Niveau (-0,25). Die Werte der beiden Gruppen unterscheiden sich bei der 3. Messung signifikant ($P < 0,05$) und die der 4. Woche tendenziell ($P < 0,1$). Bei der 3. Messung führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

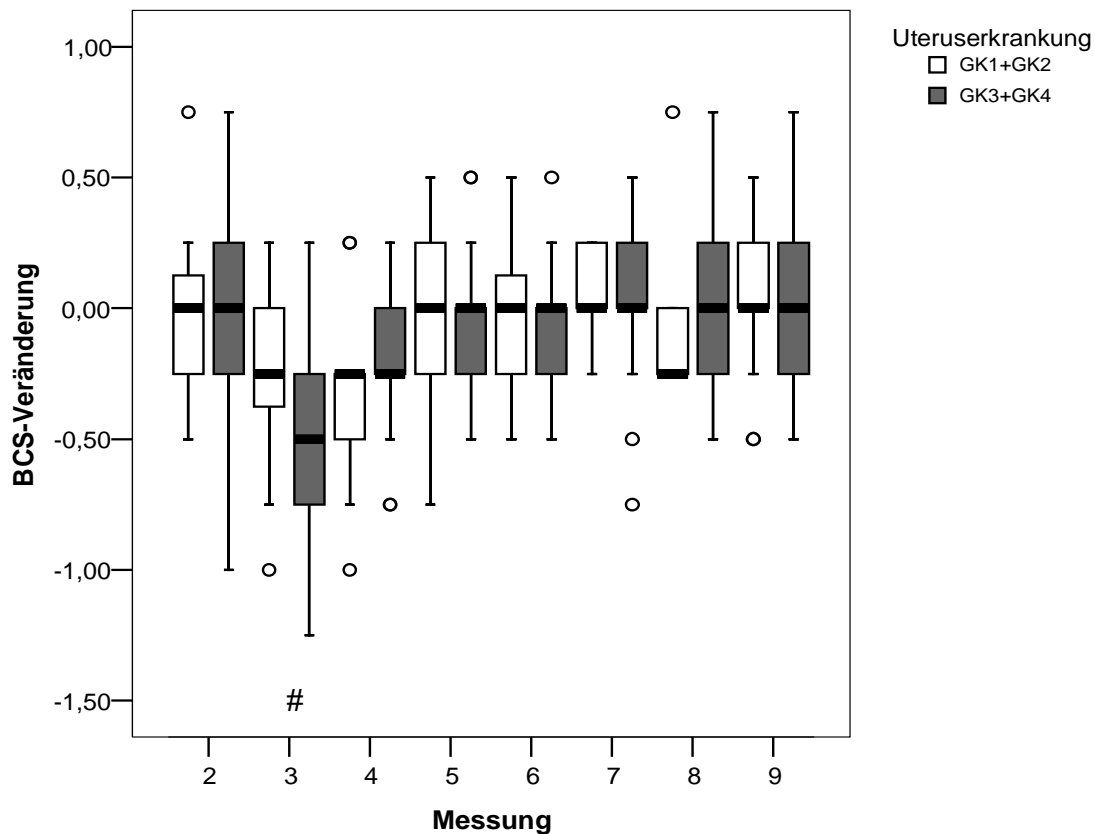


Abb. 53: Veränderung des BCS dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Veränderung der RFD** unterscheiden sich zwischen beiden Gruppen bei der Messung 3 signifikant ($P < 0,05$). Die Werte der Kühe mit GKI oder GKII sind in dieser Woche höher als die Werte der Kühe mit GKIII oder GKIV. Auch bei der Messung 2 und 9 sind Tendenzen erkennbar ($P < 0,1$). Bei der 3. Messung führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

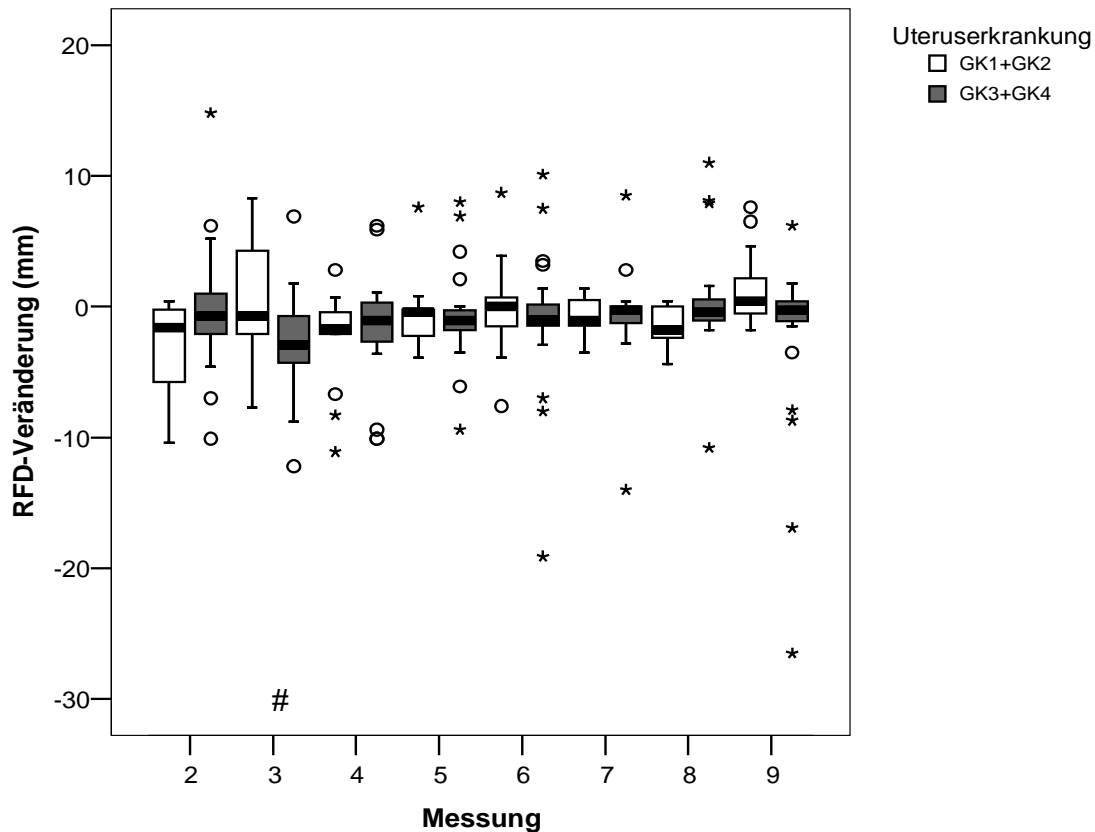


Abb. 54: Veränderung der RFD dargestellt in Abhängigkeit von Uteruserkrankung (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

3.2.6 Bakteriologische Untersuchung von Zervixtupferproben

Es wurden 44 Zervixtupferproben von 31 Kühen entnommen. Davon waren 23 Zervixtupferproben bzw. 18 Kühe mit bakteriologischem Befund. Uterusgesunde Tiere bzw. Tiere, bei denen keine Zervixtupferprobe entnommen wurde, sind in dieser Auswertung nicht berücksichtigt worden. Die Art und Häufigkeit der aufgetretenen Erreger zeigt Abbildung 55.

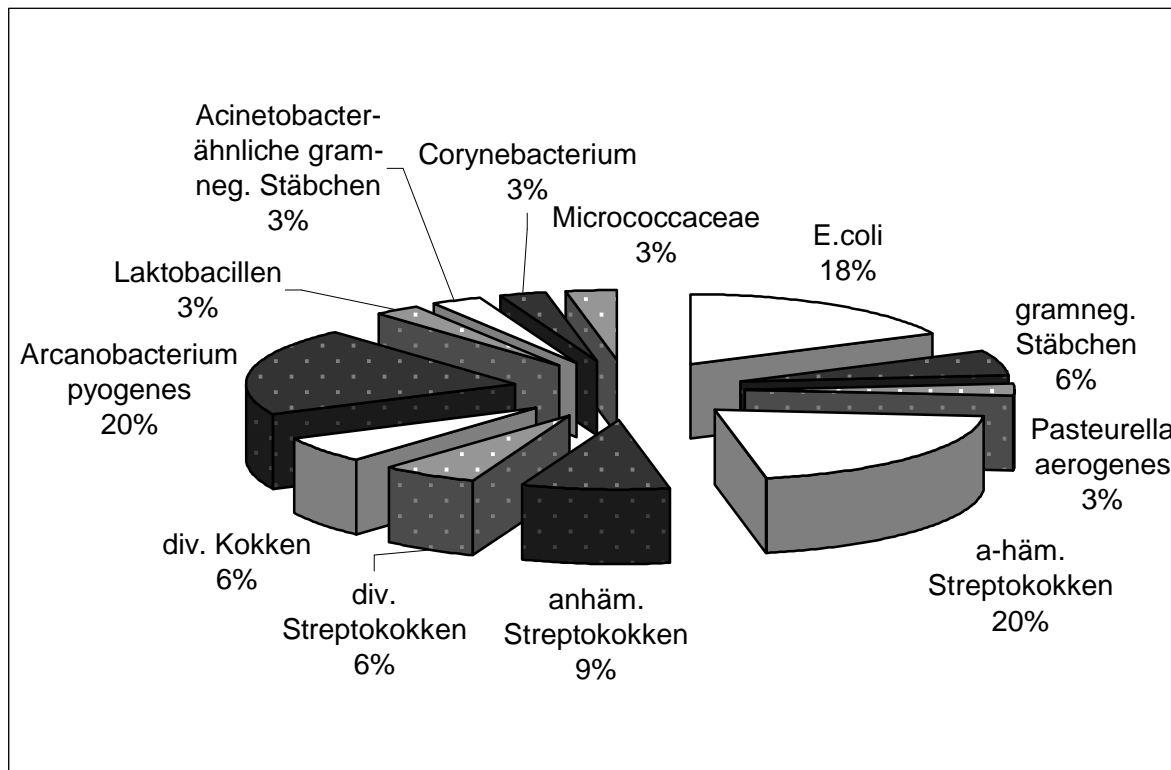


Abb. 55: Verteilung der Erreger auf die Zervixtupferproben mit bakteriologisch positivem Befund

In den Gruppen des Zuordnungskriteriums BU-Zervixtupfer konnten signifikante Unterschiede zwischen den Werten der Kühe mit bakteriologisch positiven und denen der Kühe bei bakteriologisch negativem Befund bei folgenden Parametern festgestellt werden: Bilirubin, AST, BHB, IGF-I, Milchlaktose, FLQ, Zervixdurchmesser, linker Horndurchmesser. Bei den übrigen Parametern gibt es keine signifikanten Unterschiede.

Die Medianwerte der **AST**-Konzentrationen beider Gruppen liegen in den Wochen -2 und -1 im Referenzbereich (<80 U/l). Auch der Wert der Kühe mit positivem BU-Befund befindet sich in Woche 6 unter 80 U/l. In den Wochen 0 bis 2 weisen die Kühe mit negativem BU-Befund höhere Werte auf als die Kühe mit positivem BU-Befund. Dabei unterscheiden sich die beiden Gruppen in Woche 0 signifikant ($P < 0,05$). In der Abkalbewoche führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

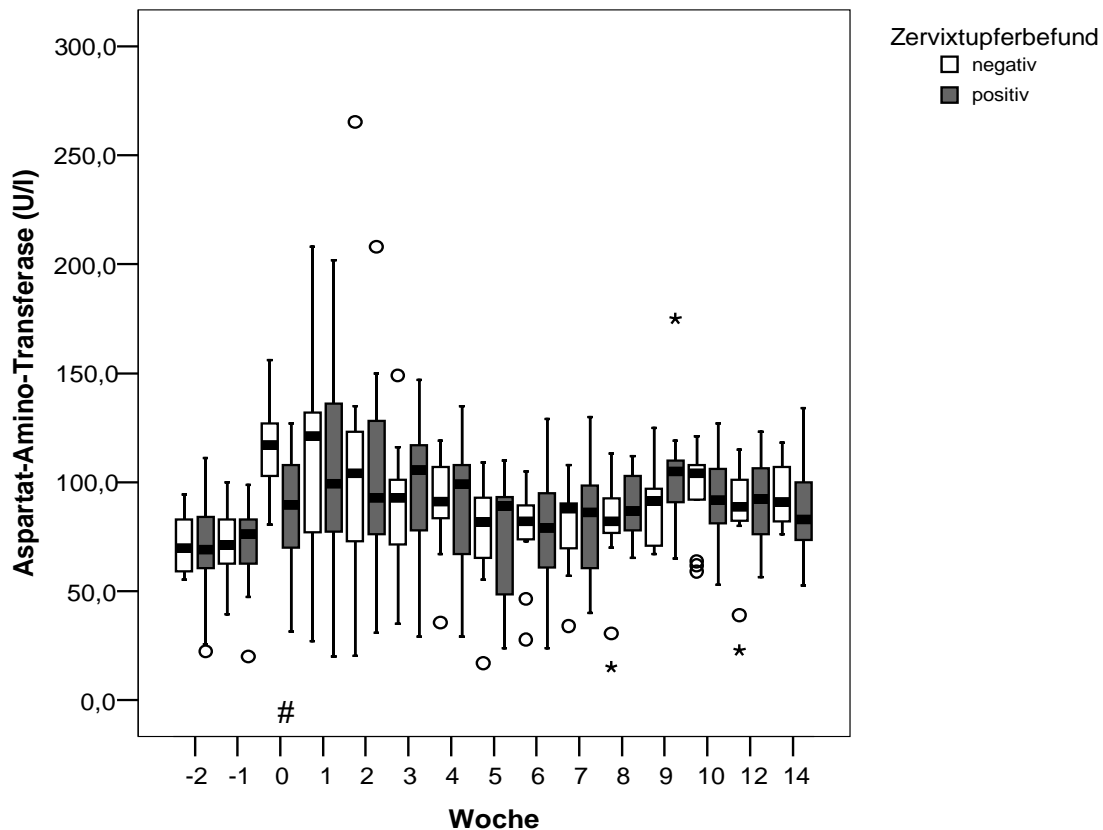


Abb. 56: AST-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Bilirubin**-Konzentrationen beider Gruppen liegen von Woche -2 bis 12 oberhalb des Referenzbereichs ($<5,4 \mu\text{mol/l}$). Von Woche -2 bis 1 sind die Werte der Kühe mit positivem BU-Befund höher als die Werte der Kühe mit negativem BU-Befund. Dabei sind die Unterschiede zwischen den Gruppen in Woche 0 signifikant ($P < 0,05$) und in den Wochen -1, 3 und 12 tendenziell erkennbar ($P < 0,1$). In der Abkalbewoche führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

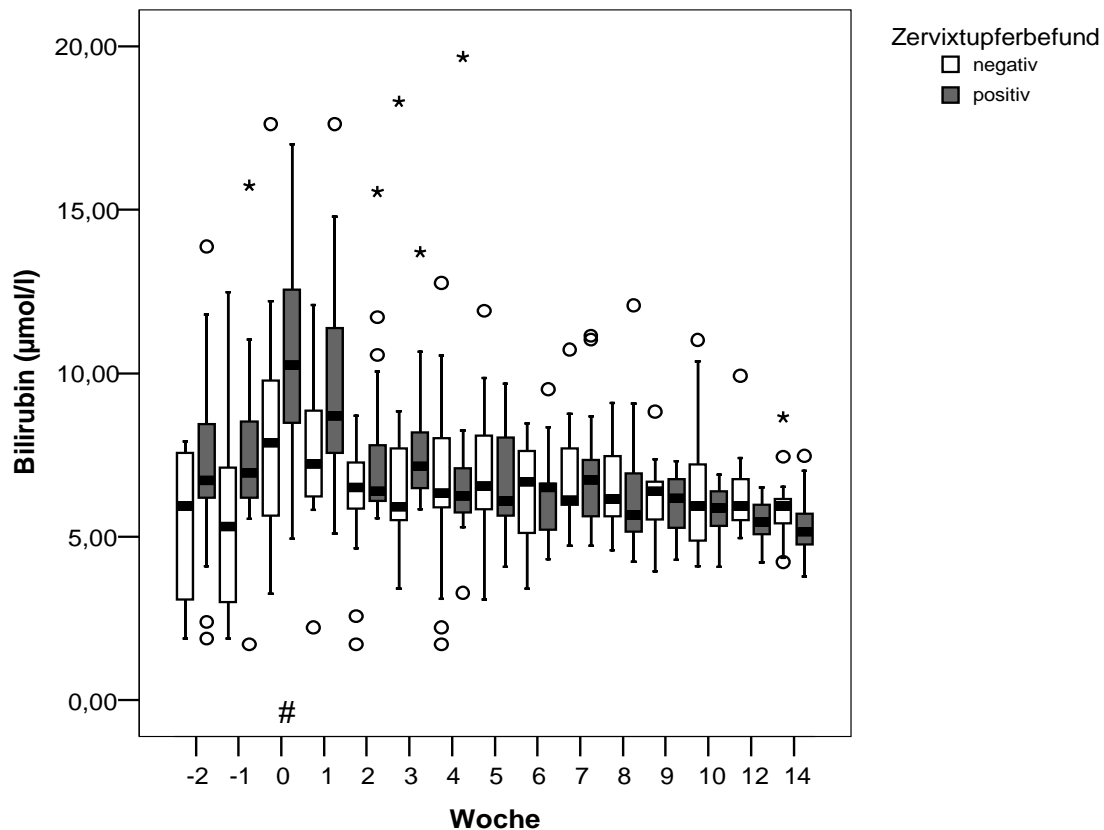


Abb. 57: Bilirubin-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **BHB**-Konzentrationen liegen zu allen Untersuchungszeitpunkten über dem oberen Grenzwert von 0,53 mmol/l. In den Wochen -2 und -1 weisen die Kühe mit negativem BU-Befund höhere Werte auf als die Kühe mit positivem BU-Befund. Dabei ist der Unterschied zwischen den beiden Gruppen in Woche -2 signifikant ($P < 0,05$). In der Woche -2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

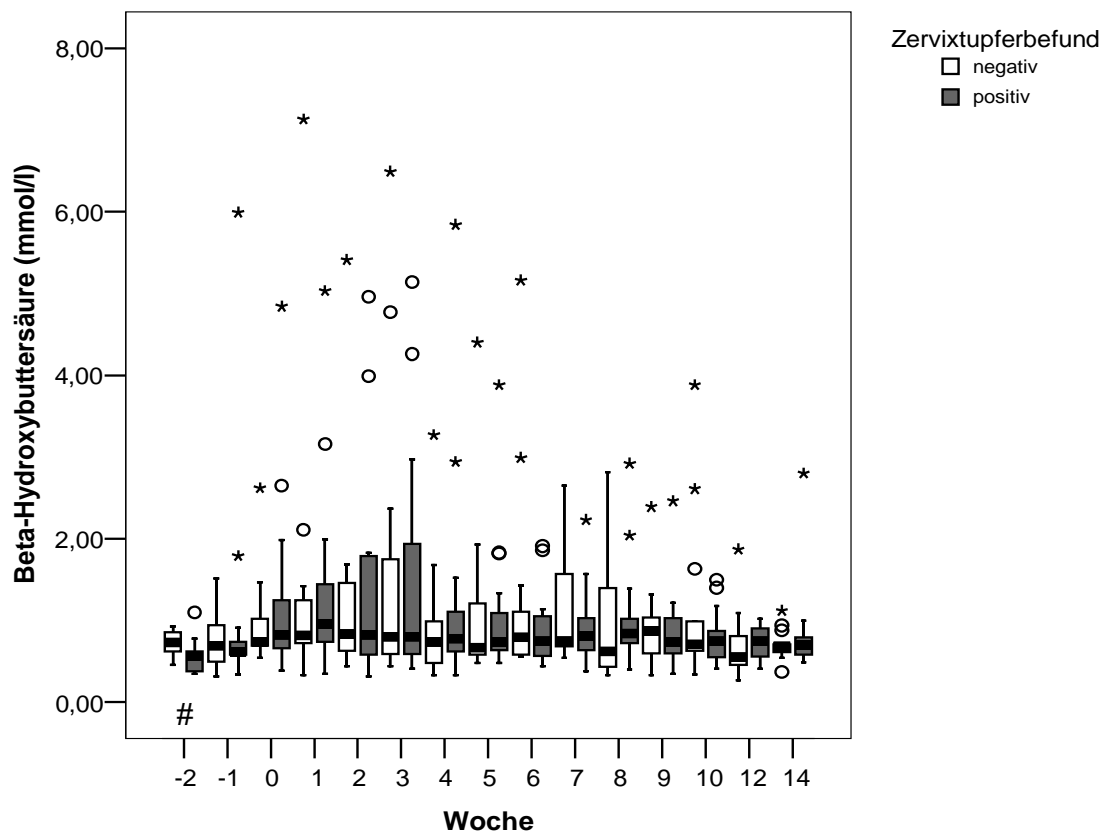


Abb. 58: BHB-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **IGF-I**-Konzentrationen entsprechen im Wesentlichen dem Referenzverlauf nach PRANGE (2001). Von -2 bis 14 sind die Werte der Kühe mit positivem BU-Befund niedriger als die Werte der Kühe mit negativem BU-Befund. Dabei unterscheiden sich die beiden Gruppen in den Wochen 0, 2, 6, 7, 9, 10 und 14 signifikant ($P < 0,05$) und in Woche 12 tendenziell ($P < 0,1$). In den Wochen 0 und 2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

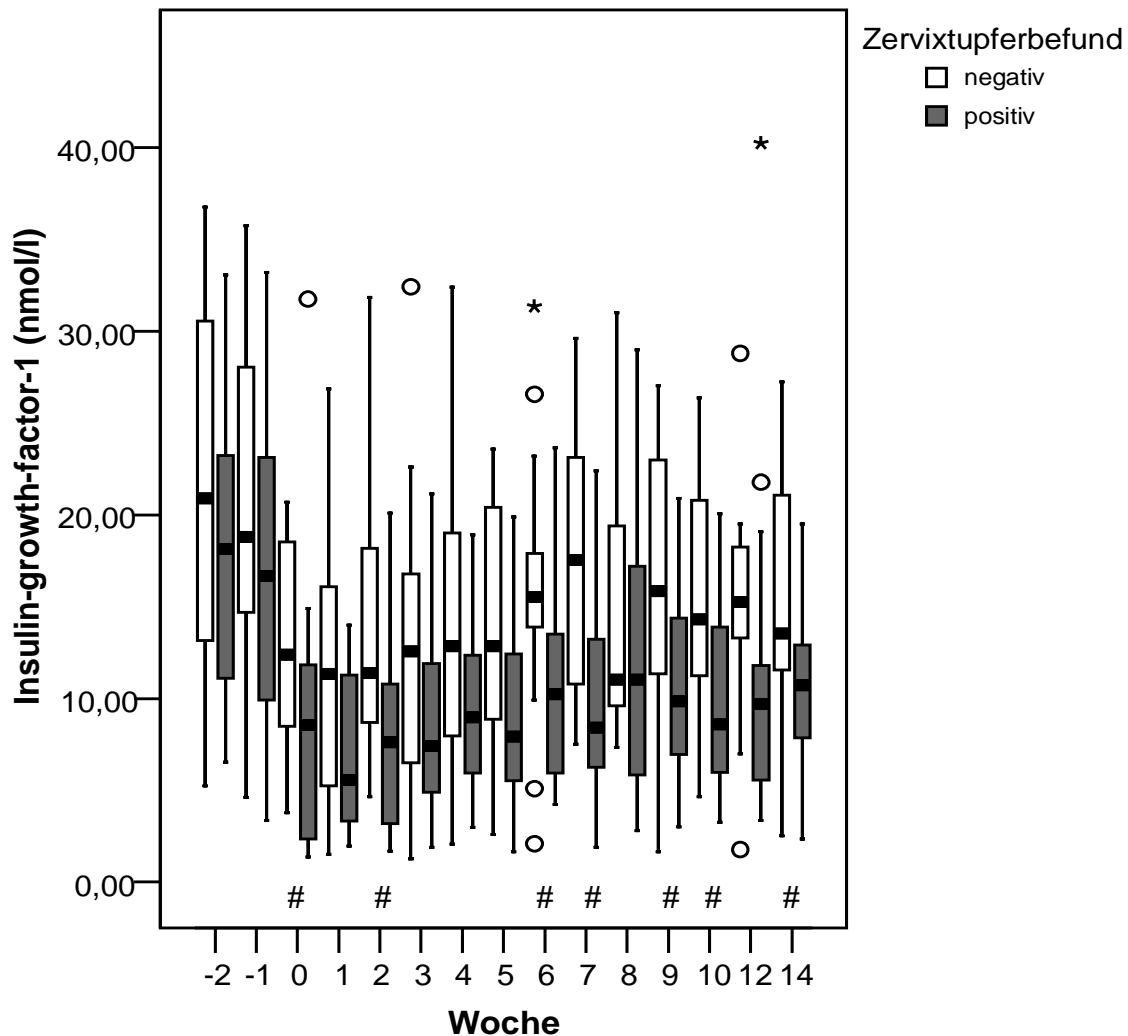


Abb. 59: IGF-I-Konzentration im Plasma dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte des **Zervixdurchmessers** sind zu allen Untersuchungszeitpunkten kleiner als 7,5 cm. Von Woche 1 bis 8 zeigen die Kühe mit positivem BU-Befund höhere Medianwerte als die Kühe mit negativem BU-Befund. Dieser Unterschied ist in den Wochen 1, 3, 5, 6 und 7 statistisch signifikant ($P < 0,05$). In den Wochen 1 und 3 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

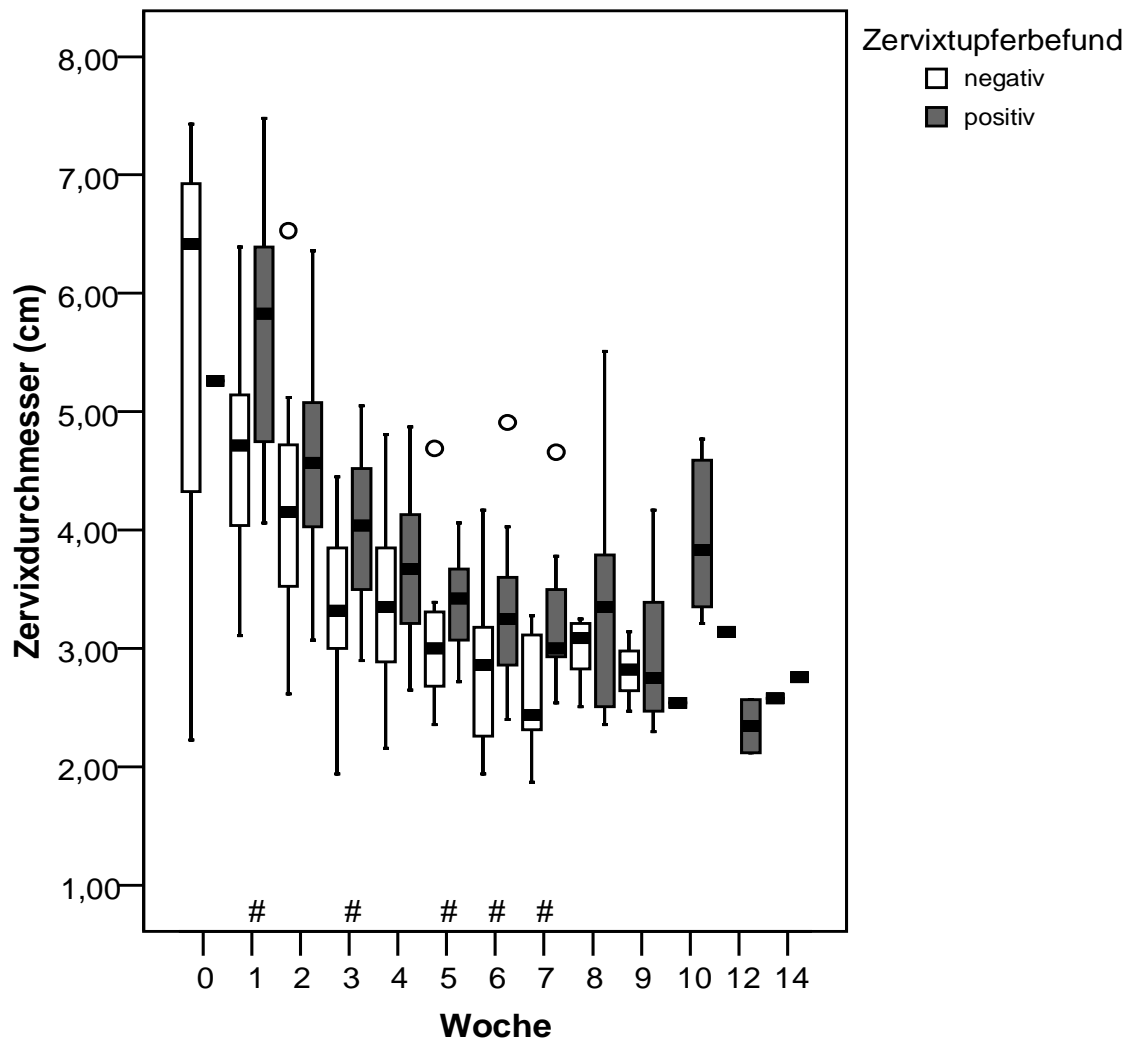


Abb. 60: Durchmesser der Zervix dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Kühe mit positivem BU-Befund zeigen in den Wochen 2,3 und 5 bis 7 höhere Medianwerte des **linken Horndurchmessers** als Kühe mit negativem BU-Befund. Der Unterschied ist in Woche 2 signifikant ($P < 0,05$). In der Woche 2 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

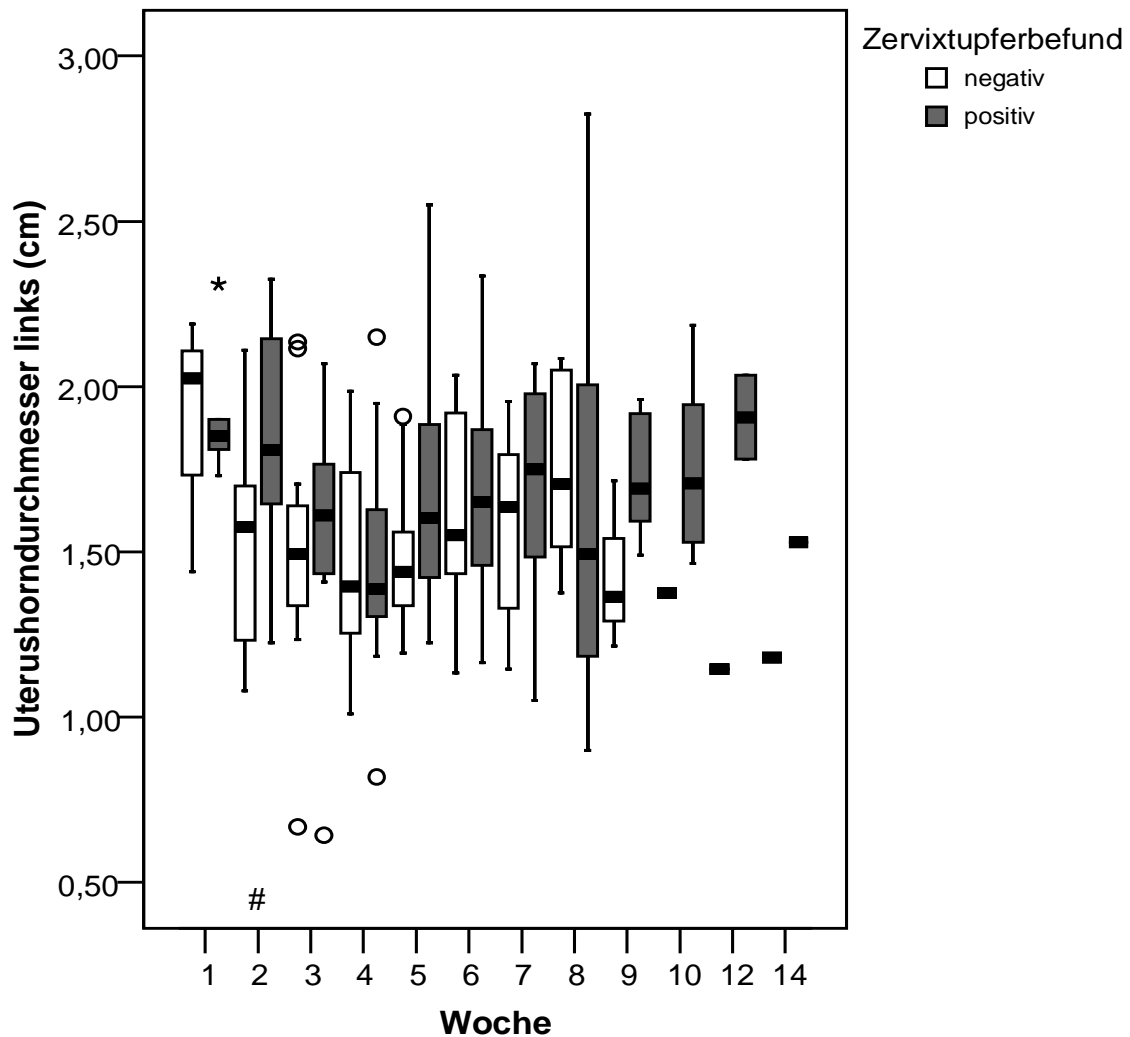


Abb. 61: Durchmesser des linken Uterushorns dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Laktosekonzentration in der Milch** liegen in beiden Gruppen ab Woche 2 innerhalb des Referenzbereiches. Kühe mit positivem BU-Befund haben zu allen Untersuchungszeitpunkten niedrigere Werte als Kühe mit negativem BU-Befund. In den Wochen 0, 2 und 3 ist dieser Unterschied signifikant ($P < 0,05$), in den Wochen 1 und 14 tendenziell erkennbar ($P < 0,1$). In den Wochen 0, 2 und 3 führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um diese Ergebnisse besser darstellen zu können, werden sie im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

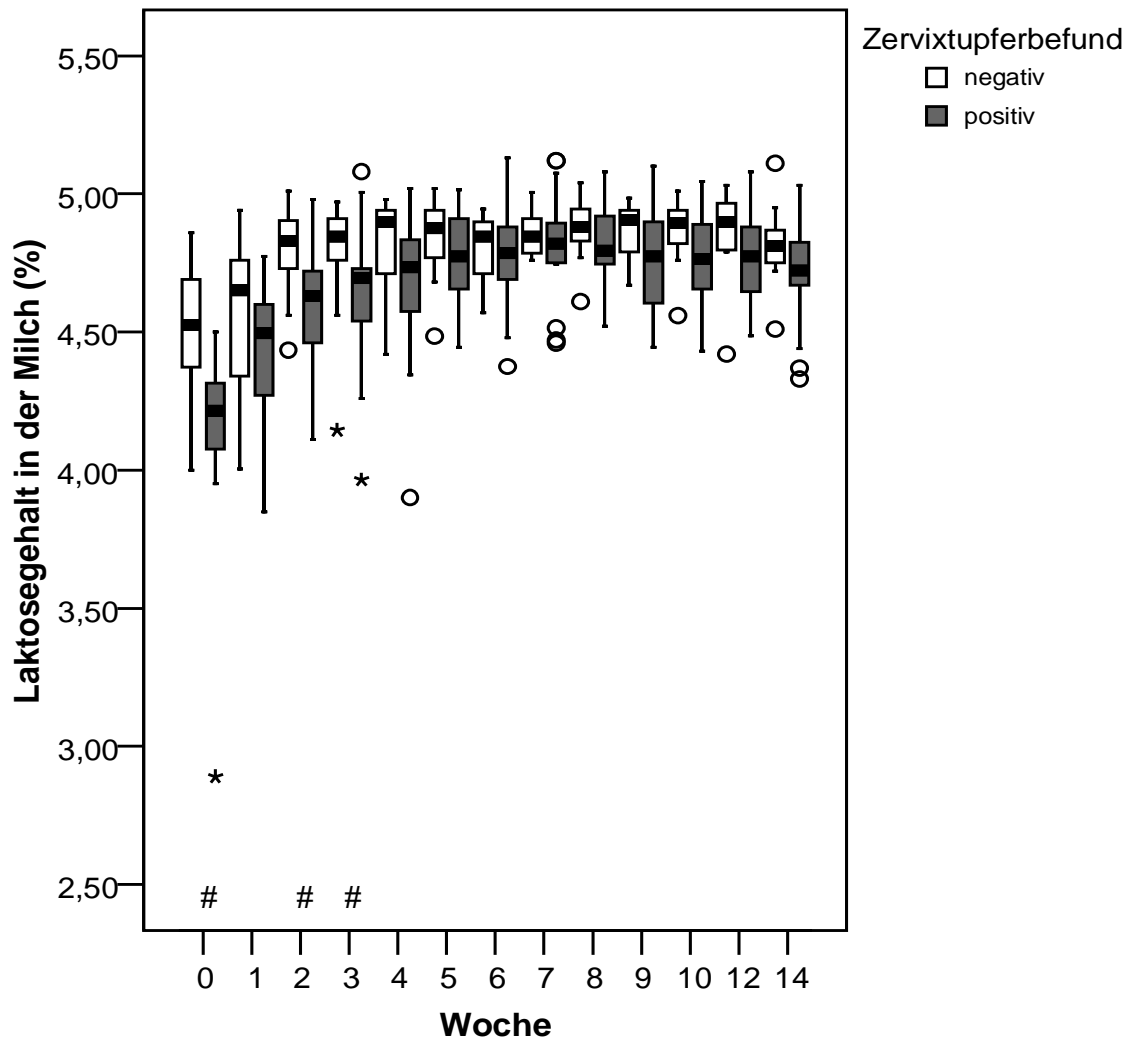


Abb. 62: Laktose-Gehalt in der Milch dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte des **Fett-Laktose-Quotienten** sinken in beiden Gruppen von Woche 0 bis 14. Kühe mit einem positiven BU-Befund haben in den Wochen 2 bis 14 niedrigere Werte als Kühe mit negativem BU-Befund. In den Wochen 8 und 14 (BU-Befund negativ) bzw. in den Wochen 6 bis 14 (BU-Befund positiv) liegen die Werte unter dem Referenzbereich ($< 0,81$). Dabei unterscheiden sich die Gruppen in der Woche 0 signifikant ($P < 0,05$). In der Abkalbewoche führt ein Prognoseverfahren zu einem aussagekräftigen Ergebnis, in den anderen Wochen nicht. Um dieses Ergebnis besser darstellen zu können, wird es im Kapitel 3.2.8. ausführlicher beschrieben.

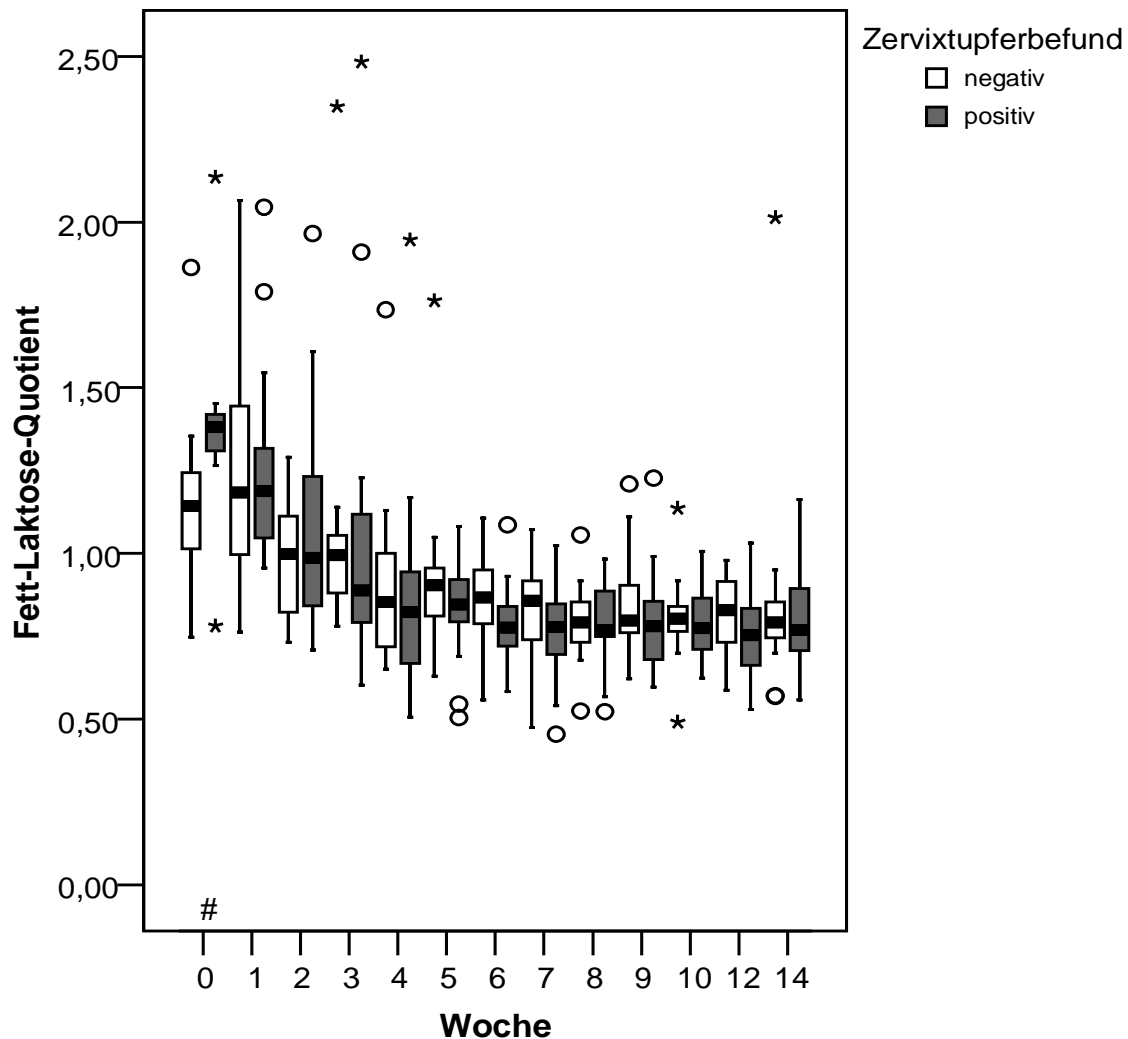


Abb. 63: FLQ dargestellt in Abhängigkeit vom BU-Zervixtupfer (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

3.2.7 Therapiedauer

In diese Auswertung fließen die Ergebnisse von 31 Tieren ein.

Tiere, die nicht therapiert wurden, sind in dieser Auswertung nicht berücksichtigt worden.

Zwischen den nach Therapiedauer eingeteilten Gruppen konnten signifikante Unterschiede bei folgenden Parametern festgestellt werden: BHB, Energieaufnahme, TM, Veränderung der MD. Bei den übrigen Parametern gibt es keine signifikanten Unterschiede.

Die Medianwerte der **BHB**-Konzentrationen liegen in allen Gruppen oberhalb des Referenzbereichs (<0,53 mmol/l). Die Werte der Gruppe mit einer Therapiedauer von 3 Wochen und länger sind zwischen den Wochen 0 und 4 niedriger als die Werte der beiden anderen Gruppen. Die Verteilung der Tiere auf die drei Gruppen unterscheidet sich in den Wochen -2, 1, 3 und 12 signifikant ($P < 0,05$) und in den Wochen 0 und 9 tendenziell ($P < 0,1$).

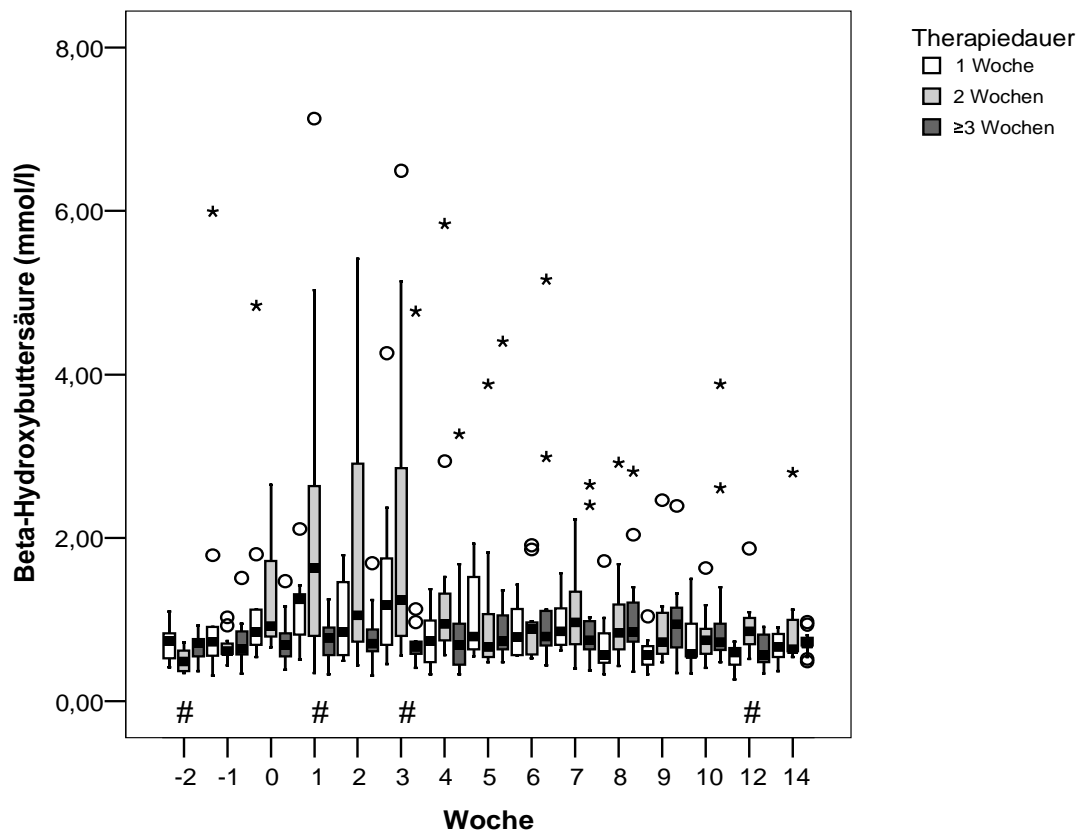


Abb. 64: BHB-Konzentration im Serum dargestellt in Abhängigkeit von Therapiedauer (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Energieaufnahme** steigen in allen drei Gruppen von Woche 0 bis 14 an. Die Werte der Gruppe mit einer Therapiedauer von 1 Woche sind zu allen Untersuchungszeitpunkten höher als die Werte der Gruppe mit einer Therapiedauer von 2 Wochen. Diese wiederum sind höher als die Werte der Gruppe mit einer Therapiedauer von 3 Wochen und mehr. Dabei unterscheidet sich die Verteilung der Tiere auf die drei Gruppen in den Wochen 2 bis 5, 10 und 12 signifikant ($P < 0,05$) und in der Woche 7 tendenziell ($P < 0,1$).

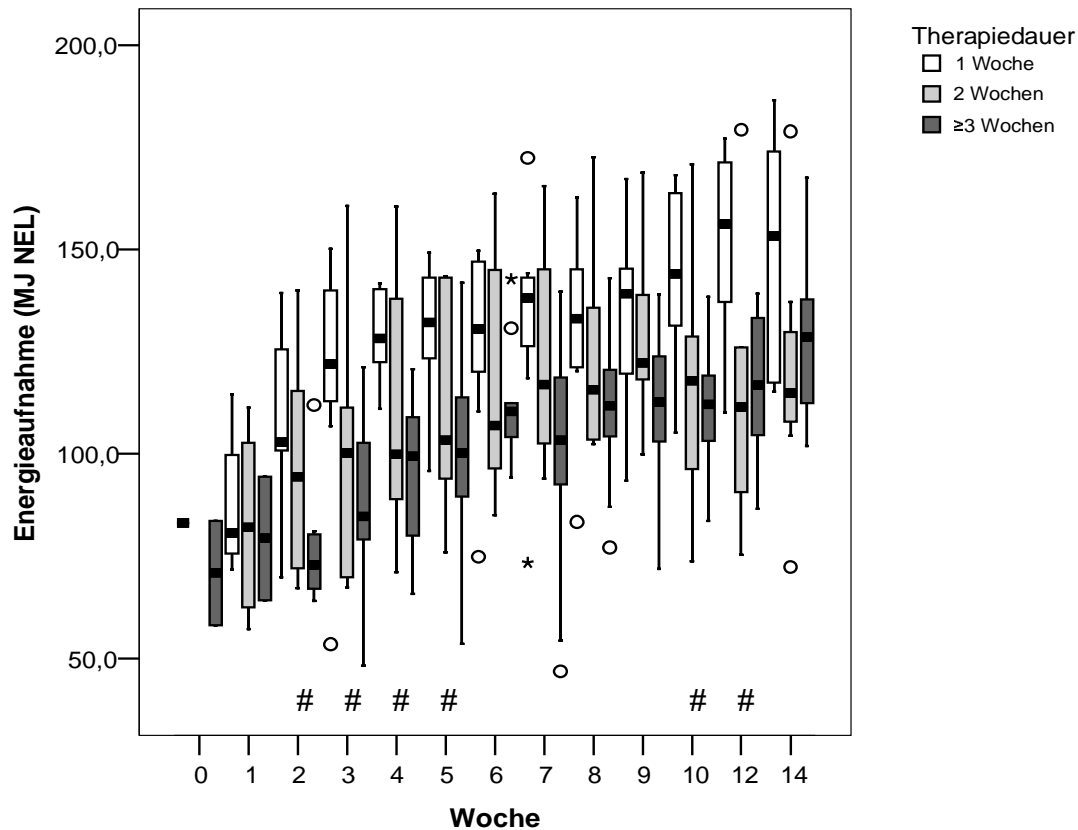


Abb. 65: Energieaufnahme dargestellt in Abhängigkeit von Therapiedauer (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Trockenmasseaufnahme** der Kühe mit einer Therapiedauer von 1 Woche sind über dem gesamten Untersuchungszeitraum höher als die Werte der beiden anderen Gruppen. Dabei unterscheidet sich die Verteilung der Tiere auf die drei Gruppen in den Wochen 2 bis 5 signifikant ($P < 0,05$) und in der Woche -2 tendenziell ($P < 0,1$).

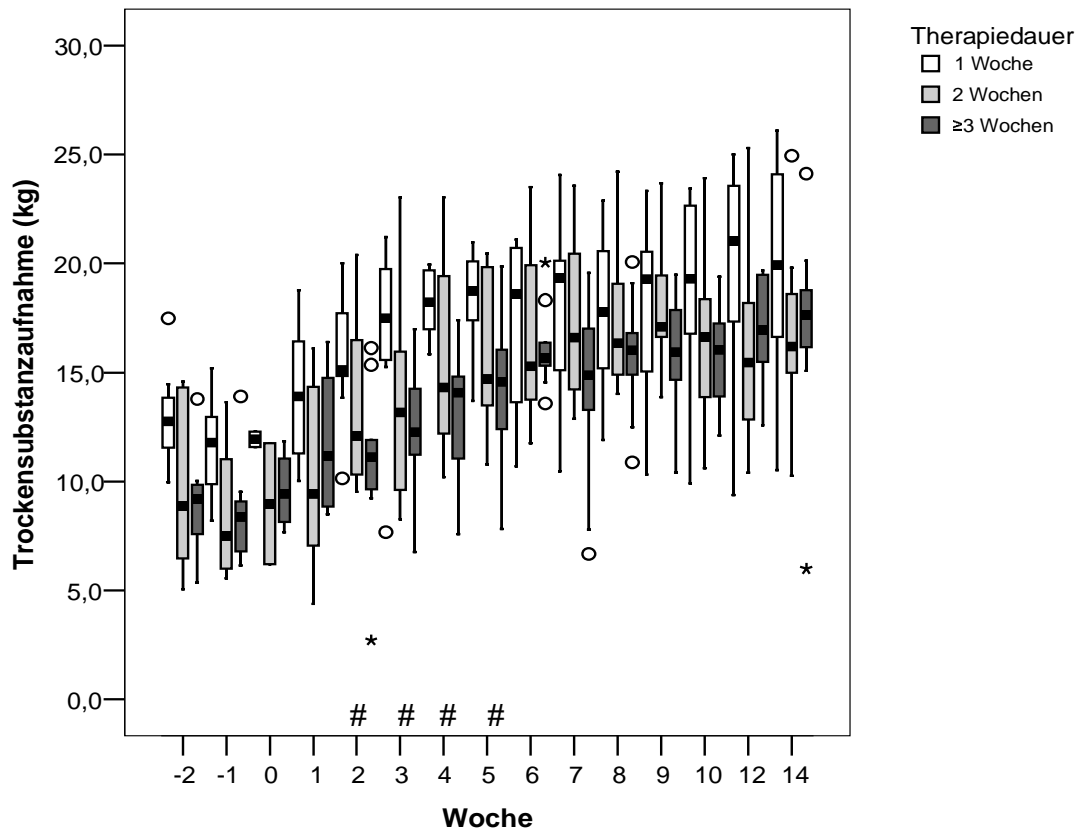


Abb. 66: TM-Aufnahme dargestellt in Abhängigkeit von Therapiedauer (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

Die Medianwerte der **Veränderung der Muskeldicke** fallen in der Gruppe Therapiedauer von 2 Wochen bei der 3. Messung auf den tiefsten Punkt aller Gruppen von -7,4 mm. Der Tiefpunkt der Gruppe Therapiedauer von 1 Woche liegt bei -3,2 mm (3. Messung) und der der Gruppe Therapiedauer von 3 Wochen oder mehr liegt bei -5,3 mm (3. Messung). Die Werte der Gruppe Therapiedauer 2 Wochen überschreiten mit der 5. Messung als erste Gruppe die Nullgrenze. Die Verteilung der Tiere auf die drei Gruppen unterscheidet sich bei der 2. Messung signifikant ($P < 0,05$).

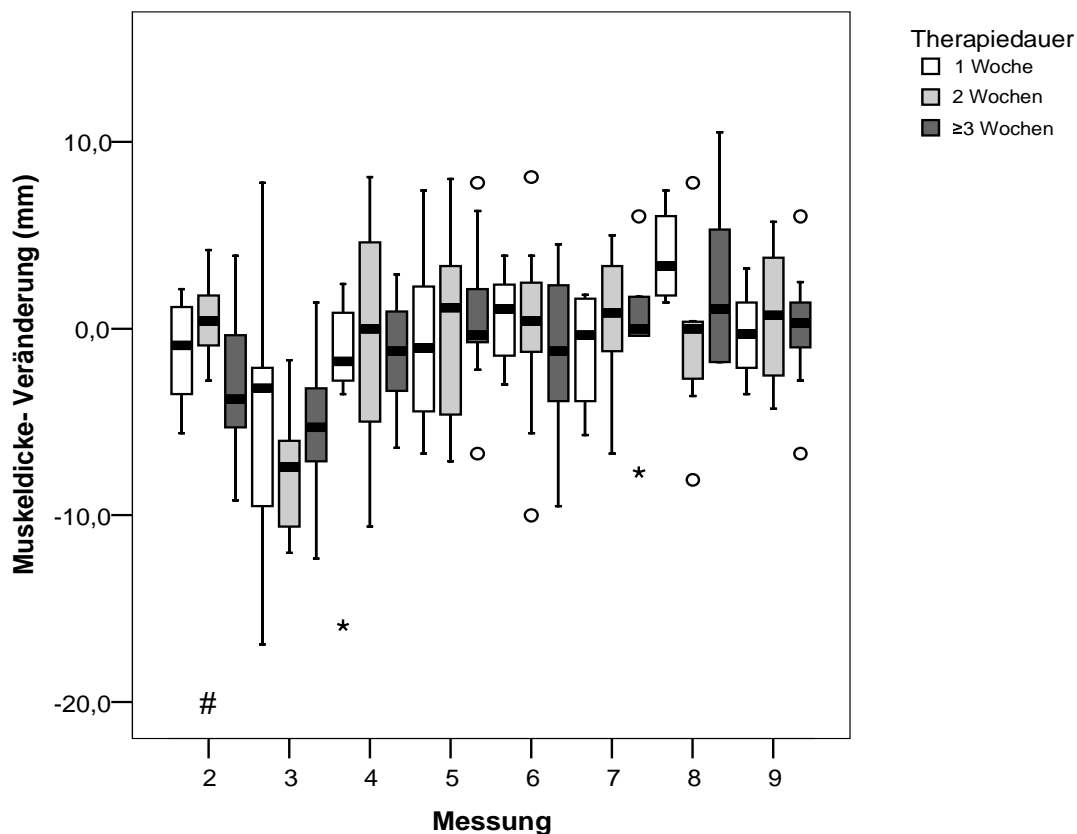


Abb. 67: Veränderung der Muskeldicke dargestellt in Abhängigkeit von Therapiedauer (Median, 25-Perzentil, 75-Perzentil, Ausreißer (o), Extremwerte (*), zu den mit # gekennzeichneten Untersuchungszeitpunkten unterscheiden sich die Werte der beiden Gruppen statistisch signifikant ($P < 0,05$))

3.2.8 Prognoseverfahren

Die Ergebnisse sind nach Parametern aufgelistet.

Sinnvolle Prognoseverfahren ergaben sich bei folgenden Parametern: Zervixdurchmesser und dessen Veränderung, linker Horndurchmesser, rechter Horndurchmesser und dessen Veränderung, BCS-Differenz, RFD-Differenz, Energiebedarf, Energieaufnahme, Energiebilanz, TM-Aufnahme, β -Carotin, Bilirubin, AST, GLDH, GGT, AP, BHB, FFS, IGF-I, Milchleistung, Laktosegehalt in der Milch, Milchwahnhstoff und FLQ. Bei den übrigen Parametern ergaben sich keine Ergebnisse bei den Prognoseverfahren.

Wegen der Einteilung in drei Gruppen waren bei der Therapiedauer keine Prognoseverfahren möglich.

Tab. 6: Übersicht Prognoseverfahren für das Zuordnungskriterium Zyklusbeginn (Wochen: Woche, n: Anzahl der berücksichtigten Tiere, Sens: Sensitivität, Spez: Spezifität)

<u>Parameter</u>	<u>Gruppe</u> <u>Zyklusbeginn</u>	<u>Wochen</u>	<u>Grenzwert</u>	<u>n</u>	<u>Sens</u>	<u>Spez</u>
Veränderung rechter Horndurchmesser	>2 Wochen	2	>1,55 cm	39	94	38
Energiebedarf	> 2 Wochen	1	<152,54 MJ NEL	27	89	72
Energiebedarf	> 2 Wochen	2	<156,41 MJ NEL	36	93	48
Energieaufnahme	>2 Wochen	1	<72,47 MJ NEL	27	55	100
Energieaufnahme	>2 Wochen	2	<85,07 MJ NEL	36	67	81
Trockenmasse-aufnahme	>2 Wochen	-2	<10,75 kg	32	85	89
Trockenmasse-aufnahme	>2 Wochen	-1	<8,34 kg	36	63	95
Trockenmasse-aufnahme	>2 Wochen	0	<11,57 kg	19	100	79
Trockenmasse-aufnahme	>2 Wochen	1	<10,45 kg	37	56	100
Bilirubin	>2 Wochen	-1	>5,58 µmol/l	50	91	44
Bilirubin	>2 Wochen	0	>8,20 µmol/l	51	74	64
AST	>2 Wochen	-2	<72,6 U/l	44	86	61
GLDH	>2 Wochen	-2	<6,23 U/l	44	71	78
GLDH	>2 Wochen	0	<3,95 U/l	51	74	100
GGT	>2 Wochen	-2	<18,75 U/l	44	86	43
GGT	>2 Wochen	0	<20,75 U/l	51	100	25
AP (≥3 Jahre)	>2 Wochen	-1	>167,5 U/l	21	69	88
AP (≥3 Jahre)	>2 Wochen	1	>74,9 U/l	20	92	38
AP (<3 Jahre)	>2 Wochen	0	<81,75 U/l	30	70	80
BHB	>2 Wochen	2	<1,81 mmol/l	51	96	36
Milchleistung	>2 Wochen	1	<24,09 kg	46	67	80
Milchleistung	>2 Wochen	2	<24,07 kg	50	52	85
Milchharnstoff	>2 Wochen	2	<4,27 mmol/l	50	57	82

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine Veränderung des rechten Horndurchmessers von >1,55 cm haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 94 % und eine Spezifität von 38 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 1 einen Energiebedarf von <152,54 MJ NEL haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 89 % und eine Spezifität von 72 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 einen Energiebedarf von <156,41 MJ NEL haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 93 % und eine Spezifität von 48 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 1 eine Energieaufnahme von <72,47 MJ NEL haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 55 % und eine Spezifität von 100 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine Energieaufnahme von <85,07 MJ NEL haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 67 % und eine Spezifität von 81 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche -2 eine Trockenmassaufnahme von <10,75 kg haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 85 % und eine Spezifität von 89 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche -1 eine Trockenmassaufnahme von <8,34 kg haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 63 % und eine Spezifität von 99 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine Trockenmassaufnahme von <11,57 kg haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 100 % und eine Spezifität von 79 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 1 eine Trockenmassaufnahme von <10,45 kg haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 56 % und eine Spezifität von 100 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche -1 eine Bilirubin-Konzentration von >5,58 µmol/l haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn später als 2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 91 % und eine Spezifität von 44 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine Bilirubin-Konzentration von >8,20 µmol/l haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 74 % und eine Spezifität von 64 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche -2 eine AST-Konzentration von <72,60 U/l haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 86 % und eine Spezifität von 61 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche -2 eine GLDH-Konzentration von <6,23 U/l haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 71 % und eine Spezifität von 78 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine GLDH-Konzentration von <3,95 U/l haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 74 % und eine Spezifität von 100 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche -2 eine GGT-Konzentration von <18,75 U/l haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 86 % und eine Spezifität von 43 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine GGT-Konzentration von <20,75 U/l haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 100 % und eine Spezifität von 25 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe (älter als drei Jahre), die in Woche -1 eine AP-Konzentration von >167,5 U/l haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 69 % und eine Spezifität von 88 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe (älter als drei Jahre), die in Woche 1 eine AP-Konzentration von >74,90 U/l haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 92 % und eine Spezifität von 38 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe (jünger als drei Jahre), die in Woche 0 eine AP-Konzentration von <81,75 U/l haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 70 % und eine Spezifität von 80 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine BHB-Konzentration von <1,81 mmol/l haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 96 % und eine Spezifität von 36 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 1 eine Milchleistung von <24,09 kg haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 67 % und eine Spezifität von 80 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine Milchleistung von <24,07 kg haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 52 % und eine Spezifität von 85 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine Milchwurstoff-Konzentration von >4,27 mmol/l haben, in die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 82 % und eine Spezifität von 57 %.

Tab. 7: Übersicht Prognoseverfahren für das Zuordnungskriterium Brunsteinleitung (Wochen: Woche, n: Anzahl der berücksichtigten Tiere, Sens: Sensitivität, Spez: Spezifität)

<u>Parameter</u>	<u>Gruppe</u> <u>Brunsteinleitung</u>	<u>Wochen</u>	<u>Grenzwert</u>	<u>n</u>	<u>Sens</u>	<u>Spez</u>
Zervixdurchmesser	nein	1	>4,05 cm	47	100	32
Veränderung Zervixdurchmesser	nein	2	<-0,18 cm	46	86	50
β-Carotin	nein	0	3000 µg/l	47	95	35
AST	nein	3	>102 U/l	51	57	82
AP (≥3 Jahre)	nein	-2	<97,8 U/l	18	29	100
AP (≥3 Jahre)	nein	-1	<153,5 U/l	21	63	77
IGF-I	nein	-1	<10,25 nmol/l	50	35	93
IGF-I	nein	2	<5,10 nmol/l	50	43	96
IGF-I	nein	3	<8,29 nmol/l	51	65	75
Milchlaktose	nein	0	<4,34 %	40	71	74
Milchlaktose	nein	2	<4,72 %	50	70	67
Milchlaktose	nein	3	<4,67 %	51	43	86

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 1 einen Zervixdurchmesser von >4,05 cm haben, in die Gruppe „ohne BE“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 100 % und eine Spezifität von 32 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine Veränderung des Zervixdurchmessers von <-0,18 cm haben, in die Gruppe „ohne BE“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 86 % und eine Spezifität von 50 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine β-Carotin-Konzentration von <3000 µg/l haben, in die Gruppe „ohne BE“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 95 % und eine Spezifität von 35 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 3 eine AST-Konzentration von >102 U/l haben, in die Gruppe „ohne BE“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 57 % und eine Spezifität von 82 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe (älter als drei Jahre), die in Woche -2 eine AP-Konzentration von <97,8 U/l haben, in die Gruppe „ohne BE“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 29 % und eine Spezifität von 100 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe (älter als drei Jahre), die in Woche -1 eine AP-Konzentration von <153,5 U/l haben, in die Gruppe „ohne BE“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 63 % und eine Spezifität von 77 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche -1 eine IGF-I-Konzentration von <10,25 nmol/l haben, in die Gruppe „ohne BE“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 35 % und eine Spezifität von 93 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine IGF-I-Konzentration von <5,10 nmol/l haben, in die Gruppe „ohne BE“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 43 % und eine Spezifität von 96 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 3 eine IGF-I-Konzentration von <8,29 nmol/l haben, in die Gruppe „ohne BE“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 65 % und eine Spezifität von 75 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine Milchlaktose-Konzentration von <4,34 % haben, in die Gruppe „ohne BE“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 71 % und eine Spezifität von 74 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine Milchlaktose-Konzentration von <4,72 % haben, in die Gruppe „ohne BE“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 70 % und eine Spezifität von 67 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 3 eine Milchlaktose-Konzentration von <4,67 % haben, in die Gruppe „ohne BE“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 643% und eine Spezifität von 86 %.

Tab. 8: Übersicht Prognoseverfahren für das Zuordnungskriterium Ovarialzysten (Wochen: Woche, n: Anzahl der berücksichtigten Tiere, Sens: Sensitivität, Spez: Spezifität)

<u>Parameter</u>	<u>Gruppe</u> <u>Ovarialzysten</u>	<u>Wochen</u>	<u>Grenzwert</u>	<u>n</u>	<u>Sens</u>	<u>Spez</u>
Rechter Horndurchmesser	nein	1	>2,03 cm	13	86	83
Milchlaktose	nein	1	>4,28 %	51	95	42
Milchlaktose	nein	2	>4,56 %	50	90	45

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 1 einen rechten Horndurchmesser von >2,03 cm haben, in die Gruppe „keine Zyste“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 86 % und eine Spezifität von 83 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 1 eine Milchlaktose-Konzentration von >4,28 % haben, in die Gruppe „keine Zyste“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 95 % und eine Spezifität von 42 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine Milchlaktose-Konzentration von >4,56 % haben, in die Gruppe „keine Zyste“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 90 % und eine Spezifität von 45 %.

Tab. 9: Übersicht Prognoseverfahren für das Zuordnungskriterium Uterusrückbildung (Wochen: Woche, n: Anzahl der berücksichtigten Tiere, Sens: Sensitivität, Spez: Spezifität)

<u>Parameter</u>	<u>Gruppe</u> <u>Uterusrückbildung</u>	<u>Wochen</u>	<u>Grenzwert</u>	<u>n</u>	<u>Sens</u>	<u>Spez</u>
Energiebilanz	>3 Wochen	2	<-29,67 MJ NEL	36	85	60
FFS	>3 Wochen	0	<1310,5 µmol/l	51	97	41
Milchlaktose	>3 Wochen	2	<4,88 %	50	88	41

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine Energiebilanz von <-29,67 MJ NEL haben, in die Gruppe „Uterusrückbildung >3 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 85 % und eine Spezifität von 60 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine FFS-Konzentration von <1310,5 µmol/l haben, in die Gruppe „Uterusrückbildung >3 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 97 % und eine Spezifität von 41 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine Milchlaktose-Konzentration von <4,88 % haben, in die Gruppe „Uterusrückbildung >3 Wochen“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 88 % und eine Spezifität von 41 %.

Tab. 10: Übersicht Prognoseverfahren für das Zuordnungskriterium Uteruserkrankung (Wochen: Woche, n: Anzahl der berücksichtigten Tiere, Sens: Sensitivität, Spez: Spezifität)

<u>Parameter</u>	<u>Gruppe</u> <u>Uteruserkrankung</u>	<u>Wochen</u>	<u>Grenzwert</u>	<u>n</u>	<u>Sens</u>	<u>Spez</u>
Veränderung BCS	o.b.B/GKI/GKII	3	>-0,375	27	80	65
Veränderung RFD	o.b.B/GKI/GKII	3	>-2,5 mm	26	78	71
Bilirubin	o.b.B/GKI/GKII	0	<8,24 µmol/l	51	87	67
Bilirubin	o.b.B/GKI/GKII	2	<5,65 µmol/l	51	53	92
GLDH	o.b.B/GKI/GKII	0	>11,35 U/l	51	73	75
GGT	o.b.B/GKI/GKII	-1	>20 U/l	50	43	94
GGT	o.b.B/GKI/GKII	0	>14,3 U/l	51	80	69
GGT	o.b.B/GKI/GKII	1	>17,75 U/l	51	60	92
GGT	o.b.B/GKI/GKII	2	>16,95 U/l	51	60	86
Milchlaktose	o.b.B/GKI/GKII	1	>4,69 %	51	53	83
Fett-Laktose- Quotient	o.b.B/GKI/GKII	0	<1,03	40	50	89

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die zur 3. Messung eine Veränderung des BCS von >-0,375 haben, in die Gruppe „o.b.B. bzw. GKI bzw. GKII“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 80 % und eine Spezifität von 65 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die zur 3. Messung eine Veränderung der RFD von >-2,5 haben, in die Gruppe „o.b.B. bzw. GKI bzw. GKII“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 78 % und eine Spezifität von 71 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine Bilirubin-Konzentration von <8,24 µmol/l haben, in die Gruppe „o.b.B. bzw. GKI bzw. GKII“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 87 % und eine Spezifität von 67 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine Bilirubin-Konzentration von <5,65 µmol/l haben, in die Gruppe „o.b.B. bzw. GKI bzw. GKII“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 53 % und eine Spezifität von 92 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine GLDH-Konzentration von >11,35 U/l haben, in die Gruppe „o.b.B. bzw. GKI bzw. GKII“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 73 % und eine Spezifität von 75 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche -1 eine GGT-Konzentration von >20 U/l haben, in die Gruppe „o.b.B. bzw. GKI bzw. GKII“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 43 % und eine Spezifität von 94 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine GGT-Konzentration von >14,3 U/l haben, in die Gruppe „o.b.B. bzw. GKI bzw. GKII“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 80 % und eine Spezifität von 69 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 1 eine GGT-Konzentration von >17,75 U/l haben, in die Gruppe „o.b.B. bzw. GKI bzw. GKII“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 60 % und eine Spezifität von 92 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine GGT-Konzentration von >16,95 U/l haben, in die Gruppe „o.b.B. bzw. GKI bzw. GKII“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 60 % und eine Spezifität von 86 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 1 eine Milchlaktose-Konzentration von >4,69 % haben, in die Gruppe „o.b.B. bzw. GKI bzw. GKII“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 53 % und eine Spezifität von 83 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 einen Fett-Laktose-Quotienten von <1,03 haben, in die Gruppe „o.b.B. bzw. GKI bzw. GKII“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 50 % und eine Spezifität von 89 %.

Tab. 11: Übersicht Prognoseverfahren für das Zuordnungskriterium BU-Zervixtupferbefund (Wochen: Woche, n: Anzahl der berücksichtigten Tiere, Sens: Sensitivität, Spez: Spezifität)

<u>Parameter</u>	<u>Gruppe BU-Zervixtupferbefund</u>	<u>Wochen</u>	<u>Grenzwert</u>	<u>n</u>	<u>Sens</u>	<u>Spez</u>
Zervixdurchmesser	negativ	1	<5,32 cm	28	83	63
Zervixdurchmesser	negativ	3	<4,47 cm	31	100	33
Linker Horndurchmesser	negativ	2	<1,17 cm	24	25	100
Bilirubin	negativ	0	<7,88 µmol/l	31	54	89
AST	negativ	0	>112 U/l	31	62	83
BHB	negativ	-2	>0,61 mmol/l	28	80	72
IGF-I	negativ	0	>3,71 nmol/l	31	100	33
IGF-I	negativ	2	>9,53 nmol/l	30	75	72
Milchlaktose	negativ	0	>4,42 %	23	75	91
Milchlaktose	negativ	2	>4,78 %	30	83	89
Milchlaktose	negativ	3	>4,81 %	31	69	89
Fett-Laktose-Quotient	negativ	0	<1,24	23	75	91

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 1 einen Zervixdurchmesser von <5,32 cm haben, in die Gruppe „negativer BU-Befund“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 83 % und eine Spezifität von 63 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 3 einen Zervixdurchmesser von <4,47 cm haben, in die Gruppe „negativer BU-Befund“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 100 % und eine Spezifität von 33 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 einen linken Horndurchmesser von <1,17 cm haben, in die Gruppe „negativer BU-Befund“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 25 % und eine Spezifität von 100 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine Bilirubin-Konzentration von <7,88 µmol/l haben, in die Gruppe „negativer BU-Befund“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 54 % und eine Spezifität von 89 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine AST-Konzentration von >112 U/l haben, in die Gruppe „negativer BU-Befund“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 62 % und eine Spezifität von 83 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche -2 eine BHB-Konzentration von >0,61 mmol/l haben, in die Gruppe „negativer BU-Befund“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 80 % und eine Spezifität von 72 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine IGF-I-Konzentration von >3,71 nmol/l haben, in die Gruppe „negativer BU-Befund“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 100 % und eine Spezifität von 33 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine IGF-I-Konzentration von >9,53 nmol/l haben, in die Gruppe „negativer BU-Befund“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 75 % und eine Spezifität von 72 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 eine Milchlaktose-Konzentration von >4,42 % haben, in die Gruppe „negativer BU-Befund“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 75 % und eine Spezifität von 91 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 2 eine Milchlaktose-Konzentration von >4,78 % haben, in die

Gruppe „negativer BU-Befund“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 83 % und eine Spezifität von 89 %. Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 3 eine Milchlaktose-Konzentration von $>4,81$ % haben, in die Gruppe „negativer BU-Befund“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 69 % und eine Spezifität von 89 %.

Ein Prognoseverfahren das Kühe, die in Woche 0 einen Fett-Laktose-Quotienten von $<1,24$ haben, in die Gruppe „negativer BU-Befund“ einstuft, erreicht eine Sensitivität von 75 % und eine Spezifität von 91 %.

4 DISKUSSION

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, Beziehungen zwischen verschiedenen Stoffwechselfparametern und verschiedenen Störungen der Fertilität bei Milchkühen festzustellen sowie Grenzwerte für Erkrankungsvorhersagen und damit für die Erkennung eines erhöhten „Krankheitsrisikos“ der einzelnen Fertilitätsstörungen zu ermitteln.

4.1 Diskussion der Methoden

Für die Untersuchung wurden die Ergebnisse von 51 Tieren eines Betriebes herangezogen. Dadurch konnten für alle Tiere identische Haltungs- und Fütterungsbedingungen gewährleistet werden.

Der Untersuchungszeitraum wurde in Anlehnung an die Ergebnisse von FÜRLL (2005) auf zwei Wochen a.p. bis 14 Wochen p.p. festgesetzt. In diesen Wochen liegen die wichtigsten Kontrollpunkte für eine solide Bewertung der Gesundheitssituation beim Wiederkäuer, denn hier können die Energiestoffwechselbelastung, die Fettmobilisierung und das Risiko für Ketosen überwacht werden. Außerdem fallen in diesen Zeitraum die höchste Milchleistung, die maximale Futteraufnahme und das sich vermindernende Energiedefizit. Des Weiteren kann es in diesem Zeitraum zu Pansenazidose, Pansenalkalose, Fettmobilisierung, Ketose und Störungen der Fertilität kommen.

Die Auswahl der Parameter zur Beurteilung der Fruchtbarkeit und des Stoffwechsels erfolgt in Anlehnung an DE KRUIF et al. (1998), MANSFELD et al. (1999) und FÜRLL (2005).

Nach LUCY (2004) beginnt etwa zwei Wochen nach der Abkalbung die LH-Pulsation, welche zu den ersten Ovulationen ab Tag 17 bis 27 p.p. führen (BONDURANT, 1999). Die Gruppeneinteilung in Bezug auf den Zyklusbeginn erfolgte deshalb nach Kühen bei denen innerhalb von zwei Wochen p.p. ein Ovarialzyklus wieder feststellbar war und nach solchen Kühen, die erst später als zwei Wochen p.p. einen Ovarialzyklus zeigten.

Die Gruppeneinteilung in Bezug auf die Uterusrückbildung erfolgte anhand der Angaben von GRUNERT (1999b), der die Dauer des klinischen Puerperiums mit drei Wochen angibt.

Die Gruppeneinteilung in Bezug auf die Uteruserkrankung erfolgte aufgrund der von GRUNERT (1999b) vorgenommenen Unterscheidung bei der Therapie von GKI bzw. GKII einerseits und GKIII bzw. GKIV andererseits.

Sämtliche Labormethoden sind etabliert.

Bei der statistischen Auswertung wurden zwei Medianvergleiche verwendet. Für den Vergleich von drei Gruppen wurde der Kruskal-Wallis-Test und für den Vergleich von zwei Gruppen wurde der Mann-Whitney-Test angewandt (BORTZ und LIENERT, 1998). Diese beiden Tests sind nonparametrische (verteilungsfreie) Verfahren erster Wahl. Deren parametrischen Äquivalente (1-faktorielle Varianzanalyse und herkömmliche T-Tests) beruhen auf bestimmten Annahmen (Normalverteilte Daten, z.T. Varianzhomogenität, Stichprobengröße), welche die vorliegenden Daten teilweise nicht erfüllen. Sie kommen deshalb nicht zur Anwendung.

Der exakte Test nach Fischer-Yates prüft Zusammenhänge zwischen zwei Gruppen (BORTZ und LIENERT, 1998). Er wurde dem Chi-Quadrat-Test vorgezogen, da dieser im Gegensatz zu dem hier angewandten Verfahren bei sehr kleinen Gruppen ($n < 5$), wie sie z.T. vorkommen, nicht geeignet ist.

Durch die Anwendung eines statistischen Prognoseverfahrens nach BREIMAN (1998) wurden für die einzelnen Parameter Grenzwerte gebildet. Mittels Sensitivität und Spezifität wurden die Grenzwerte der jeweiligen Prognosen verglichen.

4.2 Diskussion der Ergebnisse

4.2.1 Zyklusbeginn

Versuchstiere mit einem Zyklusbeginn innerhalb von zwei Wochen hatten eine größere Abnahme des rechten Uterushorndurchmessers (Woche 2; signifikant) als Tiere mit einem Zyklusbeginn später als zwei Wochen. Dies war der einzige feststellbare Unterschied bei den Parametern der Uterusinvolution. Deshalb kann angenommen werden, dass mit Hilfe dieser Parameter keine Aussagen über den Start des Ovarialzyklus getroffen werden können.

Die Trockenmasse- bzw. Energieaufnahmen der Versuchskühe, die später als zwei Wochen einen Ovarialzyklus zeigten, waren in allen Wochen (in den Wochen 1 und 2 bzw. -2 bis 1, 3, 10 und 14 signifikant) geringer als die der Kühe, bei denen innerhalb von zwei Wochen p.p. ein Ovarialzyklus feststellbar war. Das lässt auf einen Zusammenhang zwischen der Trockenmasse- und der Energieaufnahme der Tiere und dem Zyklusbeginn schließen.

Die Trockenmasseaufnahme bei den Kühen mit Zyklusbeginn später als zwei Wochen lag in den ersten fünf Untersuchungswochen unterhalb von 12 kg, was laut DUFFIELD (2004) als Hinweis auf ein erhöhtes Ketoserisiko bei diesen Tieren zu deuten ist. Dieses Ergebnis wird durch die BHB-Konzentrationen nicht bestätigt. So waren die BHB-Konzentrationen nahezu aller Versuchskühe in allen Untersuchungswochen über dem Referenzbereich, aber Tiere mit einem Zyklusbeginn innerhalb von zwei Wochen p.p. (Wochen 0 bis 6, 8 und 9; in den Wochen 2, 3 und 8 signifikant) hatten höhere BHB-Konzentrationen als Tiere der anderen Gruppe. Tiere mit geringer Trockenmasse- bzw. Energieaufnahme um den Abkalbezeitpunkt kamen p.p. in eine Phase negativer Energiebilanz. Durch den dadurch einsetzenden Fettabbau hätte die BHB-Konzentration als Ausdruck einer (subklinischen) Ketose stärker steigen müssen. Dieser Gegensatz ist eventuell dadurch bedingt, dass die BHB-Konzentration von verschiedenen Faktoren (z.B. Kondition zum Zeitpunkt der Kalbung) abhängt.

Versuchskühe, bei denen später als zwei Wochen p.p. ein Ovarialzyklus feststellbar war, hatten höhere Milchwahnstoffkonzentrationen (Wochen -2 bis 5, 8 bis 14; in Woche 2 signifikant) als Kühe mit einem Zyklusbeginn innerhalb von zwei Wochen p.p. Dies weist auf einen Zusammenhang zwischen dem Milchwahnstoffgehalt und dem Zyklusbeginn hin. Milchwahnstoffgehalte sind ein Maß für das Energie-Eiweiß-Verhältnis im aufgenommenen Futter. Ein relativer Eiweißüberschuss bzw. Energiemangel führt zu steigenden Milchwahnstoffgehalten. Wie auch bei den Untersuchungen der Trockenmasse- bzw. Energieaufnahme festzustellen ist, hatten die Tiere p.p. einen Energiemangel, der sich in einer Erhöhung der Milchwahnstoffkonzentration äußerte.

Versuchskühe, die erst später als zwei Wochen p.p. einen Ovarialzyklus zeigten, hatten einerseits höhere Bilirubin- (Wochen -2 bis 6; in den Wochen -1 und 0 signifikant) und GLDH-Konzentrationen (Wochen -2 bis 8; in den Wochen -2, 0, 3 und 4 signifikant), aber andererseits niedrigere GGT- (Wochen -2 bis 7 und 14; in den Wochen -2, 0, 5 und 14 signifikant) und AST-Konzentrationen (Wochen -2, 0 bis 6; in den Wochen -2 und 4 signifikant) als Kühe, deren Zyklus innerhalb von zwei Wochen p.p. wieder einsetzte. Bei allen hier bestimmten Leberwerten sind Zusammenhänge mit dem Zyklusbeginn feststellbar, sie sind aber zum Teil von entgegengesetzter Ausprägung. Die Erhöhung von Bilirubin und GLDH als Ausdruck einer Leberbelastung stimmen sowohl überein mit den oben erklärten Zusammenhängen zwischen Ketose und Zyklusbeginn als auch mit den Studienergebnissen von BORSBERRY et al. (2003). Die Ergebnisse der Parameter AST und GGT sind zu erklären durch einen langsameren Anstieg bei AST (bei Tieren mit Zyklusbeginn ≤ 2 Wochen in Woche 10 signifikant höher) und durch eine höhere Leberaktivität bei GGT.

Die Versuchstiere (älter als drei Jahre), die erst später als zwei Wochen p.p. einen Ovarialzyklus zeigten, hatten geringere AP-Werte (Wochen -2 bis 12; in den Wochen -2, -1, 1, 4 und 5 signifikant) als die Kühe mit einem Ovarialzyklusbeginn innerhalb von zwei Wochen. Jüngere Versuchstiere (jünger als drei Jahre), die später als zwei Wochen einen Ovarialzyklus zeigten, hatten dagegen höhere AP-Werte (Wochen -1 bis 1, 3 bis 6, 8 und 9; in der Kalbewoche signifikant). Das lässt auf einen Zusammenhang zwischen der AP-Konzentration und dem Zyklusbeginn schließen. Da niedrige AP-Konzentrationen einen Hinweis auf azidotische Belastungen geben (KRAFT und DÜRR, 1999), hatten ältere Kühe mit einem Zyklusbeginn später als zwei Wochen sehr wahrscheinlich stärkere azidotische Belastungen als Kühe mit einem Zyklusbeginn innerhalb von zwei Wochen. Bei den Kühen unter drei Jahren war es umgekehrt. Die in der Gruppe der älter als dreijährigen Kühe festgestellten Ergebnisse stimmen mit denen von KRAFT und DÜRR (1999) sowie BORSBERRY et al. (2003) beschrieben überein. Die Autoren erklären den Zusammenhang zwischen azidotischen Belastungen (z.B. Pansenazidose) und Zyklusbeginn mit einem negativen Einfluss auf die Östrogensynthese.

Höhere Milchleistung (alle Wochen; in den Wochen 1, 2, 5 und 10 signifikant), zu sehen auch am höheren Energiebedarf (Wochen 1 bis 14; in den Wochen 1 bis 5, 10 und 14 signifikant), führte bei den Versuchskühen in keiner Woche zu verzögertem Zyklusbeginn. Im Gegenteil, bei Tieren mit höherer Milchleistung setzte der Zyklus früher ein. Zwischen Milchleistung bzw. Energiebedarf und Zyklusbeginn sind Zusammenhänge feststellbar. Diese widersprechen den Studien von SAKAGUCHI et al. (2004) und SHRESTHA et al. (2004a), nach denen sich der Zeitraum bis zur ersten Brunst bei Tieren mit hoher Milchleistung verlängert. Über 80 % der Hochleistungskühe haben laut SHRESTHA (2004a) ihre erste Ovulation erst nach 50 Tagen p.p. da bei diesen Tieren der Beginn des Reproduktionszyklus nach der Kalbung in eine Phase negativer Energiebilanz fällt (BOUSQUET et al., 2004). Die dadurch entstehende Konkurrenz zwischen Milchleistung und Fruchtbarkeit geht zu Lasten der Fruchtbarkeit. Bei den Versuchstieren war diese Auswirkung offenbar nicht so deutlich ausgeprägt. Dies könnte auf eine sehr gute Fütterung bei mittleren Leistungen zurückzuführen sein.

4.2.2 Brunsteinleitung

Bei den Versuchstieren mit spontaner Brunst ist der Zervixdurchmesser bis zur Woche 1 (in Woche 1 signifikant) größer und anschließend bis zur 4. Woche kleiner als der bei den Tieren mit induzierter Brunst. Mit der Veränderung des Zervixdurchmessers (in Woche 2 signifikant) verhält es sich genau umgekehrt. Zwischen Zervixdurchmesser und Brunsteinleitung bzw. spontanem Brunstbeginn gibt es einen Zusammenhang. Tiere, deren Uterusinvolution schneller abläuft, kommen spontan in Brunst und müssen deshalb nicht induziert werden.

Die Verteilung der β -Carotin-Konzentrationen war in der Kalbewoche signifikant unterschiedlich. Bei den spontan rindernden Tieren hatten mehr Tiere β -Carotin-Konzentrationen zwischen 2000 und 3000 $\mu\text{g/l}$ und weniger Tiere β -Carotin-Konzentrationen von $>3000 \mu\text{g/l}$ als bei den Tieren, die induziert wurden. Die Anzahl der Tiere mit β -Carotin-Konzentrationen von $<2000 \mu\text{g/l}$ war in beiden Gruppen etwa gleich. Es ist möglich einen Zusammenhang zwischen β -Carotin und Brunsteinleitung festzustellen. Tiere mit physiologischen β -Carotin-Konzentrationen kommen häufiger spontan in Brunst als Tiere mit zu geringen und sehr viel häufiger spontan in Brunst als Tiere mit höheren β -Carotin-Konzentrationen.

Die Milchlaktosekonzentrationen der Versuchskühe, die induziert werden mussten, waren höher als die Konzentrationen der Kühe, die spontan rinderten (Wochen 0 bis 4; in den Wochen 0, 2 und 3 signifikant). Zwischen Milchlaktosegehalt und Brunsteinleitung besteht ein Zusammenhang. Da der Milchlaktosegehalt positiv mit der Energieversorgung korreliert (FÜRLL, 2005), waren die induzierten Tiere besser mit Energie versorgt als die Tiere, die spontan rinderten. Das bedeutet, dass einige Tiere trotz relativ guter Energieversorgung nicht spontan in Brunst kamen und induziert werden mussten, bzw. dass auch Tiere spontan rinderten, obwohl sie relativ unzureichend mit Energie versorgt waren. Deshalb ist die Laktosekonzentration in der Milch kein Indikator dafür, ob ein Tier induziert werden muss oder nicht.

Bei den spontan rindernden Versuchstieren waren die IGF-I-Konzentrationen niedriger (alle Wochen; in den Wochen -1, 2 bis 7, 9 und 12 signifikant) als bei den Tieren, deren Brunst induziert wurde. Wie vorher festgestellt, waren die spontan rindernden Tiere nicht ausreichend mit Energie versorgt. Dies erklärt laut SPICER et al. (1990) und REIST et al. (2000) die niedrigen Konzentrationen an IGF-I, nicht aber den hier bestehenden Zusammenhang zwischen IGF-I und Brunsteinleitung. Da IGF-I das Follikelwachstum positiv beeinflussen kann (HIPPEL et al., 1999; JORRITSMA et al., 2003), müssten bei Kühen, die spontan rindern, höhere Plasma-IGF-I-Konzentrationen als bei brunstlosen Kühen festzustellen sein, wie auch von OBESE et al. (2004) beschrieben.

Die AST-Konzentrationen waren bei den spontan rindernden Versuchstieren (Wochen 0 bis 9; in den Wochen 3 bis 5 signifikant) höher als bei den Tieren, deren Brunst induziert wurde. Hier besteht ein Zusammenhang zwischen AST und Brunsteinleitung. Tiere mit spontaner Brunst hatten laut dieser Ergebnisse sehr wahrscheinlich p.p. eine erhöhte Leberbelastung in Form einer erhöhten Fettmobilisation. Diese lässt sich durch eine schlechtere Energieversorgung erklären, wofür auch die Ergebnisse der Milchlaktosebestimmung sprechen. Dieser Zusammenhang widerspricht den Studienergebnissen von BORSBERRY (2003), der eine erhöhte Fettmobilisation als eine mögliche Ursache für Zyklusstörungen nennt, die eine Brunsteinleitung nötig werden lässt.

Versuchskühe (älter als drei Jahre), die spontan rinderten, hatten niedrigere AP-Konzentrationen (alle Wochen; in den Wochen -2 und -1 signifikant) als Kühe, deren Brunst induziert wurde. Dies weist auf einen Zusammenhang zwischen AP und Brunsteinleitung hin. Laut KRAFT und DÜRR (1999) geben niedrige AP-Konzentrationen einen Hinweis auf azidotische Belastungen wie bei Pansenazidosen. Spontan rindernde Kühe hatten somit sehr wahrscheinlich größere azidotische Belastungen. Dieser Zusammenhang ist so nicht erklärbar ist.

4.2.3 Ovarialzysten

Die Kühe mit Zysten hatten sowohl größere Durchmesser im rechten Uterushorn (Wochen 2 bis 6; in den Wochen 1 und 4 signifikant) als auch in der Zervix (Wochen 0 bis 5; in Woche 2 signifikant). Es besteht somit ein Zusammenhang zwischen Uterusrückbildung und Ovarialzysten. Eine verzögerte Uterusinvolution geht mit einem Risiko einher an Ovarialzysten zu erkranken.

Dies bestätigt sich auch in den Ergebnissen zur Retentio secundinarum: Es besteht ein Zusammenhang zwischen einer Retentio secundinarum und Ovarialzysten, da bei Kühen mit Retentio secundinarum Zysten 2,6-mal häufiger festgestellt wurden als bei Tieren ohne Zysten. Auch GRUNERT (1999a) beschreibt einen solchen Zusammenhang.

Die Werte des Fett-Laktose-Quotienten waren bei allen Versuchstieren (Wochen 0 bis 5; in den Wochen 2 und 4 signifikant) erhöht und bei den Versuchstieren mit Zysten höher als bei Tieren ohne Zysten (Wochen 1 bis 7). Zwischen FLQ und Ovarialzysten besteht ein Zusammenhang. Laut STEEN et al. (1996) sind erhöhte FLQ-Werte ($>0,81$) eng assoziiert sind mit negativer Energiebilanz. Folglich deutet dieses Ergebnis auf eine stärker ausgeprägte negative Energiebilanz bei Kühen mit Ovarialzysten hin.

Im Versuch hatten Kühe mit Zysten geringere Milchlaktose-Konzentrationen (alle Wochen; in den Wochen 1 bis 6 signifikant) als Kühe ohne Zysten. Somit besteht ein Zusammenhang zwischen Milchlaktosegehalt und Ovarialzysten. Mit diesem Ergebnis lässt sich der Verdacht einer höhergradigen negativen Energiebilanz der Zystenkühe bestätigen, denn bei unzureichender Energieversorgung ist auch der Milchlaktosegehalt erniedrigt (FÜRLL, 2005). Diese Aussage stimmt auch mit den Angaben von GRUNERT (1999a) überein.

Die Werte des Fett-Eiweiß-Quotienten der Zystenkühe lagen in den Wochen 1 bis 3 über 1,5. Die Versuchskühe mit Zysten hatten zudem höhere FEQ-Werte (Wochen 1 bis 8; in den Wochen 2 und 4 signifikant) als Kühe ohne Zysten. Es ergibt sich ein Zusammenhang zwischen FEQ-Werten und dem Auftreten von Ovarialzysten. Der FEQ-Wert ist erhöht bei Energie- und/oder Proteinmangel in der Futterration, beim Fettmobilisationssyndrom und bei gesteigerter Lipolyse. Zystenkühe waren somit unzureichend mit Energie versorgt. Dieses Ergebnis stimmt mit denen des FLQ und der Milchlaktose überein. Die Studien von HEUER (1999) und FÜRLL (2005) bestätigen ebenso den Zusammenhang zwischen unzureichender Energieversorgung und Ovarialzysten.

Die AST- (Wochen -2 bis 7; in den Wochen 3 bis 5 signifikant) und die CK-Konzentrationen (Wochen 0 bis 4; in Woche 2 signifikant) der Versuchskühe ohne Zysten verlaufen unterhalb der Werte der Kühe mit Zysten. Daraus lässt sich ein Zusammenhang ableiten zwischen AST bzw. CK und Ovarialzysten. Gleichzeitig

erhöhte Konzentrationen von AST und CK sind meist von myogenem Ursprung. Diese Konstellation findet sich aber auch häufig bei Endometritiden (SATTLER und FÜRLL, 2004). Dieses Ergebnis deutet auf ein vermehrtes Auftreten von Ovarialzysten bei Endometritiden oder Muskelschäden hin.

4.2.4 Uterusrückbildung

Versuchskühe, bei denen die Uterusrückbildung länger als drei Wochen dauerte, hatten eine schlechtere Energiebilanz (Wochen 2 bis 12; in den Wochen 2, 5 und 7 signifikant). Dies zeigte sich auch bei der Beurteilung des Laktosegehaltes in der Milch, die bei diesen Kühen in allen Wochen (in den Wochen 2, 6 und 12 signifikant) geringer war als bei den Kühen, deren Uterusrückbildung innerhalb drei Wochen p.p. abgeschlossen war. Es besteht somit ein Zusammenhang zwischen Uterusrückbildung und der Energiebilanz einerseits sowie dem Laktosegehaltes in der Milch andererseits. Eine ausgeprägtere negative Energiebilanz bedeutet Fettmobilisation über einen längeren Zeitraum und damit verlängerte Uterusrückbildungszeit. Diesen Zusammenhang zwischen Uterusrückbildung und Energiebilanz bzw. Laktosegehalt in der Milch belegen auch KONWES et al. (2004).

Versuchskühe, bei denen die Uterusrückbildung länger als drei Wochen dauerte, hatten höhere FFS-Konzentrationen (Woche 0; signifikant) als Versuchskühe, bei denen die Uterusrückbildung innerhalb von drei Wochen abgeschlossen war. Es ergibt sich ein Zusammenhang zwischen Uterusrückbildung und FFS.

FFS entstehen während der Fettmobilisation (Lipolyse) durch die Spaltung von Triglyceriden in FFS und Glycerin. Dies geschieht in erhöhtem Maße bei akutem Energiemangel durch verminderte Futteraufnahme im Abkalbezeitraum bei Tieren mit sehr guter Körperkondition bzw. bei hoher Milch- (einsatz-) leistung (BLUM, 2004). Ebenso mobilisierten die Versuchstiere mit verzögerter Uterusinvolution mehr Fett und hatten deshalb eine schlechtere Energiebilanz. Dieses Ergebnis stimmt mit den getroffenen Aussagen zu Energiebilanz und Laktosegehalt in der Milch überein.

Die BHB-Konzentrationen der Versuchstiere, bei denen die Uterusrückbildung länger als drei Wochen dauerte, war höher als die der Tiere, deren Uterusrückbildung innerhalb drei Wochen p.p. abgeschlossen war (Wochen -2, -1 und 2 bis 14; in den Wochen 2, 4, 5, 7, 9, 10 und 14 signifikant). Zwischen Uterusrückbildung und BHB besteht somit ein Zusammenhang. BHB ist sowohl bei Ketose als auch bei Endometritis erhöht (REIST et al., 2000). Im Falle einer Endometritis verzögert sich die Uterusrückbildung.

4.2.5 Erkrankungen des Uterus

Bei Versuchstieren, mit der Diagnose GKIII oder GKIV, wurden höhere Bilirubin-Konzentrationen festgestellt als bei Kühen, mit der Diagnose o.b.B. oder GKI oder GKII (Wochen -1 bis 6; in den Wochen -1, 0 und 2 signifikant). Es besteht also ein Zusammenhang zwischen der Bilirubinkonzentration und einer Erkrankung des Uterus. Tiere mit einem Genitalkatarrh 3. oder 4. Grades haben höhere Bilirubin-Konzentrationen, die aber mit $<10 \mu\text{mol/l}$ deutlich unter den Angaben von FÜRLL (2005) liegen. Laut FÜRLL (2005) sind Bilirubin-Konzentrationen erst über $50 \mu\text{mol/l}$ prognostisch weniger günstig.

Die Konzentrationen der Leberenzyme GLDH (Wochen -2 bis 3; in Woche 0 signifikant) und GGT (Wochen -2 bis 10; in den Wochen -1 bis 2 signifikant) waren bei den Versuchskühen mit einem Genitalkatarrh 3. oder 4. Grades niedriger als die

Konzentrationen der Kühe mit der Diagnose o.b.B. oder GKI oder GKII. Dies weist auf Zusammenhänge zwischen einer Uteruserkrankung und GLDH einerseits sowie GGT andererseits hin. Da laut FÜRLL (2005) erhöhte GLDH- und GGT-Konzentrationen, wie auch Bilirubin, einen Leberschaden anzeigen können, stimmen diese Zusammenhänge nicht mit der getroffenen Aussage für Bilirubin überein.

Die FLQ-Werte sind bei den Tieren mit einem Genitalkatarrh 3. oder 4. Grades höher (Wochen 0 bis 6; in Woche 0 signifikant) und die Werte dieser Kühe verlaufen länger (bis Woche 5) oberhalb des Referenzwertes von 0,81. Damit übereinstimmend waren bei den Versuchstieren mit einem Genitalkatarrh 3. oder 4. Grades die Milchlaktose-Konzentrationen in allen Wochen (in Woche 1 signifikant) geringer als bei den Tieren mit der Diagnose o.b.B. oder GKI oder GKII. Daraus ergibt sich ein Zusammenhang zwischen der Uterusgesundheit und dem FLQ einerseits und dem Milchlaktosegehalt andererseits. Der Laktosegehalt ist laut FÜRLL (2005) bei unzureichender Energieversorgung erniedrigt. Nach REIST et al. (2002) hängt der Fett-Laktose-Quotient (FLQ) über eine positive Korrelation zur Ketonkörperkonzentration negativ mit dem Energiestatus zusammen: Erhöhte FLQ-Werte ($>0,81$) sind eng assoziiert mit erhöhten Ketonkörperkonzentrationen (STEEN et al., 1996). Die Kühe, bei denen ein GKIII oder ein GKIV diagnostiziert wurde, sind also schlechter mit Energie versorgt als die Kühe, bei denen o.b.B. oder GKI oder GKII diagnostiziert wurde.

Versuchstiere mit einem Genitalkatarrh 3. oder 4. Grades nehmen bei der BCS-Messung p.p. mehr ab als Tiere mit der Diagnose o.b.B. oder GKI oder GKII (Messung 3; signifikant). Dieses Ergebnis wird auch durch die Auswertung der RFD-Messung (Messung 3; signifikant) bestätigt. Zwischen dem BCS bzw. der RFD und einer Uteruserkrankung besteht somit ein Zusammenhang. Da Tiere, die stärker abnehmen, in eine negative Energiebilanz kommen, bestätigt dieses Ergebnis die Aussagen zu den FLQ-Werten.

4.2.6 Bakteriologische Untersuchung von Zervixtupferproben

Bei den Versuchstieren waren v.a. α -hämolyisierende Streptokokken, *Arcanobacterium pyogenes* (beide 20%) und *E. coli* (18%) zu finden. Dieses Erregerspektrum stimmt mit den Studien von LEWIS (LEWIS, 1997), BONDURANT (BONDURANT, 1999) und DOHMEN et al. (DOHMEN et al., 2000) überein.

Bei Versuchskühen mit positivem BU-Befund waren die Zervixdurchmesser (Wochen 1 bis 8; in den Wochen 1, 3, und 5 bis 7 signifikant) und die linken Horndurchmesser (Wochen 2, 3 und 5 bis 7; in Woche 2 signifikant) größer als bei den Kühen mit negativem BU-Befund. Zwischen dem Ergebnis der BU-Zervixtupfer und dem Zervixdurchmesser bzw. dem linken Horndurchmesser besteht ein Zusammenhang. Eine Endometritis verlängert also die normale Rückbildungszeit des Uterus, was auch andere Autoren belegen (CALLAHAN und HORSTMANN, 1983; BONDURANT, 1999; SHELDON et al., 2003).

Die Bilirubinkonzentrationen waren bei den Versuchskühen mit einem positiven BU-Zervixtupfer-Befund höher als bei den Kühen mit einem negativen BU-Zervixtupfer-Befund (Wochen -2 bis 1; in Woche 0 signifikant).

Im Gegensatz dazu verliefen die AST-Konzentrationen der Versuchstiere mit negativem BU-Befund oberhalb der Werte der Kühe mit positivem BU-Befund (Woche 0 bis 2; in Woche 0 signifikant).

Auch die BHB-Konzentrationen der Versuchstiere mit negativem BU-Befund lagen oberhalb der Werte der Kühe mit positivem BU-Befund (Wochen -2 und -1; in Woche -2 signifikant).

Es besteht ein Zusammenhang zwischen dem Ergebnis der BU-Zervixtupfer und Bilirubin einerseits sowie AST und BHB andererseits. Laut REIST (2000) und FÜRLL (FÜRLL, 2004b, 2005) sind die Konzentrationen von Bilirubin, AST und BHB bei Endometritis erhöht. Der Gegensatz in den Aussagen zwischen Bilirubin und BHB bzw. AST muss vorsichtig beurteilt werden, da die Ergebnisse der Parameter AST und BHB jeweils nur in einer Woche signifikant unterschiedlich sind und daher auch Fehler des Testverfahrens sein können.

Versuchskühe mit positivem BU-Befund hatten in allen Wochen (in den Wochen 0, 2, 6, 7, 9, 10 und 14 signifikant) niedrigere IGF-I-Konzentrationen als Kühe mit einem negativen BU-Befund. Daraus ergibt sich ein Zusammenhang zwischen dem Ergebnis der BU-Zervixtupfer und IGF-I. Laut MALLARD et al. (MALLARD et al., 1997) hat IGF-I, zusammen mit dem Wachstumshormon, auch immunmodulierende Effekte. IGF-I korreliert negativ mit der Antikörperantwort. Daraus lässt sich folgern, dass Kühe mit einem positiven BU-Befund eine größere Antikörper-Antwort gegenüber den vorhandenen Bakterien aufweisen.

Versuchskühe mit positivem BU-Befund hatten niedrigere Laktosegehalte in der Milch (alle Wochen; in den Wochen 0, 2 und 3 signifikant) als Kühe mit einem negativen BU-Befund. Auch die FLQ-Werte waren bei den Versuchskühen mit positivem BU-Befund höher (Woche 0; signifikant) als bei den Kühen mit negativem BU-Befund. Zwischen dem Ergebnis der BU-Zervixtupfer und dem Laktosegehalt in der Milch einerseits und dem FLQ andererseits besteht ein Zusammenhang. Laktosegehalte in der Milch korrelieren positiv mit der Energieversorgung bzw. Energiebilanz (FÜRLL, 2005) und laut STEEN et al. (1996) sind erhöhte FLQ-Werte ($>0,81$) eng assoziiert mit negativer Energiebilanz. Dies lässt den Schluss zu, dass BU-positive Kühe unzureichend mit Energie versorgt waren. Unzureichende Energieversorgung hat wiederum Fettmobilisation zur Folge und negative Auswirkungen auf die Uterusgesundheit.

4.2.7 Therapiedauer

Die BHB-Konzentrationen der Tiere mit über dreiwöchiger Therapie sind niedriger als die BHB-Konzentrationen der Tiere mit ein- und zweiwöchiger Therapie. Dies weist auf einen Zusammenhang zwischen BHB und Therapiedauer hin. Geringe BHB-Konzentrationen sind assoziiert mit dem Vorkommen einer Endometritis (REIST et al., 2000), die länger therapiert werden muss.

Die Trockenmasseaufnahme lag a.p. bei den Versuchstieren mit zwei bzw. drei und mehr Wochen Therapie unter 11 kgTM/Tag. Post partum nahmen die Versuchstiere mit mehr als drei Wochen Therapie am wenigsten Trockenmasse auf. Parallel dazu verlaufen die Energieaufnahmen. Es besteht möglicherweise ein Zusammenhang zwischen Therapiedauer einerseits und der Trockenmasse-, sowie der Energieaufnahme andererseits. Wenn die Futteraufnahme a.p. unter 11 kgTM/Tag sinkt, besteht laut DUFFIELD (2004) ein erhöhtes Risiko, eine subklinische Ketose in der ersten oder zweiten Woche p.p. zu entwickeln. Für die Tiere mit zwei bzw. drei und mehr Wochen Therapie bestand somit ein erhöhtes Risiko einer subklinischen Ketose in der ersten oder zweiten Woche.

Der Wert der Muskeldicke der Versuchstiere mit drei und mehr Wochen Therapie nahmen bei Messung 2 signifikant am meisten ab. Zwischen dem Wert der Muskeldicke und der Therapiedauer besteht möglicherweise ein Zusammenhang der aber so nicht erklärt werden kann.

4.2.8 Ergebnisse des Prognoseverfahrens

Bereits zwei Wochen vor dem Abkalben lassen sich durch die Bestimmung der Parameter Trockenmasseaufnahme, AST, GLDH und GGT Aussagen in Bezug auf das Wiedereinsetzen des Zyklus treffen. Um den Abkalbezeitpunkt (Wochen -1 bis 1) sind dies die Parameter Energiebedarf und -aufnahme, Trockenmasseaufnahme, Bilirubin, GLDH, GGT, AP sowie Milchleistung. Auch zwei Wochen nach der Abkalbung können bezüglich des Zyklusbeginns Vorhersagen mit den Parametern Veränderung des rechten Horndurchmessers, Energiebedarf und -aufnahme, BHB, Milchleistung und Milchwurststoff-Konzentration getroffen werden.

Bei der Frage, ob Tiere spontan in Brunst kommen oder eine Brunsteinleitung nötig wird, ergibt sich zwei Wochen vor der Kalbung nur für den Parameter AP ein sinnvolles Prognoseverfahren. Um den Abkalbezeitpunkt (Wochen -1 bis 1) sind die Prognoseverfahren der Parameter Zervixdurchmesser, β -Carotin, AP, IGF-I und Milchlaktose-Konzentration für das Zuordnungskriterium Brunsteinleitung geeignet. Zwei bzw. drei Wochen p.p. können die Parameter Veränderung des Zervixdurchmessers, AST, IGF-I und Milchlaktose-Konzentration Hinweise auf eine notwendige Brunsteinleitung geben.

Für das Ausreten von Ovarialzysten ergaben sich sinnvolle Prognoseverfahren eine Woche nach der Abkalbung durch die Parameter rechter Uterushorndurchmesser und Milchlaktose-Konzentration.

In der Kalbewoche lassen sich an Hand des Parameters FFS Aussagen über die Uterusrückbildung treffen. Prognoseverfahren der Parameter Energiebilanz und Milchlaktose-Konzentration ermöglichen eine entsprechende Vorhersage zwei Wochen später.

Um den Kalbezeitpunkt (Wochen -1 bis 1) können die Parameter Bilirubin, GLDH, GGT, Milchlaktose-Konzentration sowie FLQ und deren Prognoseverfahren Auskunft über die Art einer möglichen Uteruserkrankung geben. Zwei bzw. drei Wochen p.p. ergaben sich entsprechend sinnvolle Prognoseverfahren für die Parameter Veränderung des BCS und der RFD, Bilirubin und GGT.

Für den Befund eines Zervixtupfers konnte zwei Wochen a.p. ein sinnvolles Prognoseverfahren für den Parameter BHB berechnet werden. Um den Kalbezeitpunkt (Wochen -1 bis 1) sind dafür die Prognoseverfahren der Parameter Zervixdurchmesser, Bilirubin, AST, IGF-I, Milchlaktose-Konzentration und FLQ geeignet. Zwei bzw. drei Wochen p.p. sind dies die Prognoseverfahren der Parameter Zervixdurchmesser, linker Uterushorndurchmesser, IGF-I und Milchlaktose-Konzentration.

4.2.9 Schlussfolgerungen

Abschließend ist festzustellen, dass zwischen verschiedenen der in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigten Stoffwechselfparameter und den beobachteten Störungen der Fertilität statistisch signifikante Beziehungen festzustellen waren.

Unter Anwendung geeigneter Prognoseverfahren erscheinen der Parameter Bilirubin geeignet zur Ermittlung eines erhöhten Erkrankungsrisikos für eine purulente Endometritis, der Parameter GLDH geeignet für eine Eingrenzung des Zyklusbeginns und der Laktosegehalt in der Milch geeignet zur Feststellung eines erhöhten Risikos für einen abweichenden Zervixtupferbefund.

5 ZUSAMMENFASSUNG

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, Beziehungen zwischen verschiedenen Stoffwechselfparametern und verschiedenen Störungen der Fertilität (verzögerter Zyklusbeginn, Brunsteinleitung aufgrund von nicht einsetzendem Zyklus, Ovarialzysten, verzögerte Uterusrückbildung, Erkrankungen des Uterus, positiver Zervixtupferbefund und verlängerte Therapiedauer) bei Milchkühen festzustellen sowie Grenzwerte für Erkrankungsvorhersagen und damit für die Erkennung eines erhöhten „Krankheitsrisikos“ der einzelnen Fertilitätsstörungen zu ermitteln.

51 Tiere eines Milcherzeugerbetriebes wurden über einen Untersuchungszeitraum von zwei Wochen a.p. bis 14 Wochen p.p. parameterabhängig im Abstand von einer bis zwei Wochen untersucht. Dabei wurden Parameter der gynäkologischen Untersuchung (Uterusdurchmesser, Zervixdurchmesser und deren Veränderungen), des Energiestoffwechsels (Energiebilanz, Energiebedarf und Energieaufnahme), der individuellen Futteraufnahme (Trockenmasseaufnahme), der Konditionsbeurteilung (Body-Condition-Score [BCS], Rückenfettdicke [RFD], Muskeldicke [MD] und deren Veränderung), klinisch-chemische Parameter (β -Carotin, Bilirubin, Aspartat-Amino-Transferase [AST], Creatinkinase [CK], Glutamat-Dehydrogenase [GLDH], γ -Glutamyl-Transferase [GGT], Alkalische Phosphatase [AP], β -Hydroxy-Buttersäure [BHB], Freie Fettsäuren [FFS] und Insulin-like-growth-factor-I [IGF-I]), Parameter der Milch (Milchleistung und Milchinhaltsstoffe Laktose, Harnstoff, Fett und Eiweiß) sowie die Häufigkeit von Erkrankungen ermittelt.

Für die Auswertung der Daten wurden die Versuchstiere in folgende Gruppen eingeteilt: Zyklusbeginn (≤ 2 Wochen / > 2 Wochen), Brunsteinleitung aufgrund von nicht einsetzendem Zyklus (ja / nein), Ovarialzysten (ja / nein), Uterusrückbildung (≤ 3 Wochen / > 3 Wochen), Uteruserkrankung (o.b.B+GKI+GKII / GKIII+GKIV), BU-Zervixtupferbefund (negativ / positiv) und Dauer der Endometritistherapie (1 Woche / 2 Wochen / ≥ 3 Wochen).

Für die Prognoseverfahren der verschiedenen Fertilitätsstörungen wurden für die einzelnen Parameter zu den Zeitpunkten mit signifikanten Unterschieden Grenzwerte gebildet. Mittels Sensitivität und Spezifität wurden die Grenzwerte der jeweiligen Prognosen miteinander verglichen.

Kühe mit einem Zyklusbeginn > 2 Wochen wiesen höhere Bilirubin- (Wochen -2 bis 6), höhere GLDH- (Wochen -2 bis 8), höhere Milchwarnstoff-Konzentrationen (Wochen -2 bis 5), niedrigere AP-Konzentrationen (bei Tieren älter als drei Jahren; Wochen -2 bis 12), geringere Milchleistung (alle Wochen), geringeren Energiebedarf sowie geringere Energie- und Trockenmasseaufnahme (alle Wochen) als Kühe mit einem Zyklusbeginn ≤ 2 Wochen auf.

Kühe mit Brunsteinleitung wiesen höhere AP-Konzentrationen (bei Tieren älter als drei Jahren; alle Wochen), niedrigere AST-Konzentrationen sowie kleinere Zervixdurchmesser (Wochen 0 und 1) als Kühe ohne Brunsteinleitung auf.

Kühe mit Ovarialzysten wiesen höhere AST-Konzentrationen (Wochen -2 bis 7), höhere FLQ- (Wochen 0 bis 5) und niedrigere FEQ-Werte (Wochen 1 bis 8), größere Durchmesser im rechten Uterushorn (Wochen 2 bis 6) und in der Zervix (Wochen 0 bis 5) sowie niedrigere Milchlaktosegehalte (alle Wochen) als Kühe ohne Ovarialzysten auf.

Eine Retentio secundinarum war bei Kühen mit Ovarialzysten 2,6-mal häufiger festgestellt worden als bei deren Gruppenpartnern.

Kühe mit Uterusrückbildung >3 Wochen wiesen höhere BHB-Konzentrationen (Wochen 2 bis 14), niedrigere Milchlaktosegehalte (alle Wochen), höhere FFS-Konzentrationen (alle Wochen) sowie weniger ausgeprägte negative Energiebilanzen (Wochen 2 bis 12) als Kühe mit Uterusrückbildung ≤3 Wochen auf.

Kühe mit purulenter Endometritis wiesen höhere Bilirubin-Konzentrationen (Wochen -1 bis 6), höhere FLQ-Werte (Wochen 0 bis 6), größere Veränderungen des BCS (3. Messung) und der RFD (3. Messung) sowie niedrigere Milchlaktosegehalte (alle Wochen) als Kühe ohne purulente Endometritis auf.

Kühe mit positivem BU-Zervixtupferbefund wiesen höhere Bilirubin-Konzentrationen (Wochen -2 bis 1), höhere FLQ-Werte, größere Durchmesser im linken Uterushorn (Wochen 2 bis 7) und in der Zervix (Wochen 1 bis 8), niedrigere Milchlaktosewerte (alle Wochen) sowie niedrigere IGF-I-Konzentrationen (alle Wochen) als Kühe mit negativem BU-Zervixtupferbefund auf.

Die Kühe mit Endometritistherapie über 3 oder mehr Wochen wiesen niedrigere BHB-Konzentrationen (alle Wochen) sowie geringere Energie- und Trockenmasseaufnahmen (alle Wochen) als Tiere mit Endometritistherapie <3 Wochen auf.

Für diese Ergebnisse waren Erkrankungsvorhersagen mit einer Sensitivität bzw. Spezifität ≥85 % bei folgenden Grenzwerten möglich:

Für die Gruppe „Zyklusbeginn >2 Wochen“ wurden folgende Ergebnisse festgestellt:

Der Grenzwert für den Energiebedarf betrug in Woche 1 <152,54 MJ NEL (Sens: 89 %, Spez: 72 %) und in Woche 2 <156,41 MJ NEL (Sens: 93 %, Spez: 48 %).

Der Grenzwert für die Energieaufnahme betrug in Woche 1 <72,47 MJ NEL (Sens: 55 %, Spez: 100 %).

Der Grenzwert für die Trockenmasseaufnahme betrug in Woche -2 <10,75 kg (Sens: 85 %, Spez: 89 %), in Woche -1 <8,34 kg (Sens: 63 %, Spez: 95 %), in der Kalbewoche <11,57 kg (Sens: 100 %, Spez: 79 %) und in Woche 1 <10,45 kg (Sens: 56 %, Spez: 100 %).

Der Grenzwert für Bilirubin betrug in Woche -1 >5,58 µmol/l (Sens: 91 %, Spez: 44 %).

Der Grenzwert für GLDH betrug in der Kalbewoche <3,95 U/l (Sens: 74 %, Spez: 100 %).

Der Grenzwert für AP (Kühe älter als drei Jahre) betrug in Woche -1 >167,5 U/l (Sens: 69 %, Spez: 88 %) und in Woche 1 >74,9 U/l (Sens: 92 %, Spez: 38 %).

Der Grenzwert für Milchleistung betrug in Woche 2 <24,07 kg (Sens: 52 %, Spez: 85 %).

Für die Gruppe „mit Brunsteinleitung“ wurden folgende Ergebnisse festgestellt:

Der Grenzwert betrug für den Zervixdurchmesser in Woche 1 <4,05 cm (Sens: 32 %, Spez: 100 %) und für die Veränderung des Zervixdurchmessers in Woche 2 >-0,18 cm (Sens: 50 %, Spez: 86 %).

Der Grenzwert für AP (Kühe älter als drei Jahre) betrug in Woche -2 >97,8 U/l (Sens: 100 %, Spez: 29 %).

Für die Gruppe „mit Ovarialzysten“ wurden folgende Ergebnisse festgestellt:

Der Grenzwert für den Durchmesser des rechten Uterushorns betrug in Woche 1 <2,03 cm (Sens: 83 %, Spez: 86 %).

Der Grenzwert für den Laktosegehalt in der Milch betrug in Woche 1 <4,28 % (Sens: 42 %, Spez: 95 %) und in Woche 2 <4,56 % (Sens: 45 %, Spez: 90 %).

Für die Gruppe „Uterusrückbildung >3 Wochen“ wurden folgende Ergebnisse festgestellt:

Der Grenzwert für FFS betrug in Woche 0 <1310,5 µmol/l (Sens: 97 %, Spez: 41 %).

Der Grenzwert für die Energiebilanz betrug in Woche 2 <-29,67 MJ NEL (Sens: 85 %, Spez: 60 %).

Der Grenzwert für den Laktosegehalt in der Milch betrug in Woche 2 < 4,88 % (Sens: 88 %, Spez: 41 %).

Für die Gruppe „Uteruserkrankung (GKIII oder GKIV)“ wurden folgende Ergebnisse festgestellt:

Der Grenzwert für Bilirubin betrug in der Kalbewoche >8,24 µmol/l (Sens: 67 %, Spez: 87 %) und in Woche 2 >5,65 µmol/l (Sens: 92 %, Spez: 53 %).

Der Grenzwert für FLQ betrug in der Kalbewoche >1,03 (Sens: 89 %, Spez: 50 %).

Für die Gruppe „positiver BU-Zervixtupfer“ wurden folgende Ergebnisse festgestellt:

Der Grenzwert für den Zervixdurchmesser betrug in Woche 3 >4,47 cm (Sens: 33 %, Spez: 100 %).

Der Grenzwert für den Durchmesser des linken Uterushorns betrug in Woche 2 >1,17 cm (Sens: 100 %, Spez: 25 %).

Der Grenzwert für Bilirubin betrug in der Kalbewoche >7,88 µmol/l (Sens: 89 %, Spez: 54 %).

Der Grenzwert für IGF-I betrug in der Kalbewoche <3,71 nmol/l (Sens: 33 %, Spez: 100 %).

Der Grenzwert für den Laktosegehalt in der Milch betrug in der Kalbewoche <4,42 % (Sens: 91 %, Spez: 75 %), in Woche 2 <4,78 % (Sens: 89 %, Spez: 83 %) und in Woche 3 <4,80 % (Sens: 89 %, Spez: 69 %).

Der Grenzwert für FLQ betrug in der Kalbewoche >1,24 (Sens: 91 %, Spez: 75 %).

Abschließend ist festzustellen, dass zwischen verschiedenen der in der vorliegenden Untersuchung berücksichtigten Stoffwechselfparameter und den beobachteten Störungen der Fertilität statistisch signifikante Beziehungen erfasst werden konnten. Unter Anwendung sinnvoller Prognoseverfahren erscheinen der Parameter Bilirubin geeignet zur Ermittlung eines erhöhten Erkrankungsrisikos für eine purulente Endometritis, der Parameter GLDH geeignet für eine Eingrenzung des Zyklusbeginns und der Laktosegehalt in der Milch geeignet zur Feststellung eines erhöhten Risikos für einen abweichenden Zervixtupferbefund.

In weiterführenden klinisch-epidemiologischen Studien soll die Eignung der ermittelten Parameter als Prädiktoren zur Vorhersage der berücksichtigten Krankheiten geprüft und verifiziert werden.

Interrelations between several metabolic parameters and fertility disorders of dairy cows in consideration of the individual feed intake

The purpose of the presented investigation was to establish interrelations between several metabolic parameters and fertility disorders of dairy cows (delayed beginning of the oestrus cycle, oestrus induction because of lacking onset of oestrus, ovarian cysts, delayed involution of the uterus, diseases of the uterus, positive result of the cervical swab and extended time for the therapy of the endometritis), to determine limiting values for the forecast of diseases and to recognize higher risks for several fertility disorders.

51 dairy cows were examined during a period of two weeks a.p. until 14 weeks p.p. and - depending on the parameters - in an interval of one to two weeks. Parameters of gynaecological examinations (uterine and cervical diameters and their alterations), of energy metabolism (energy balance, need and intake of energy), of individual feed intake (dry matter intake), of condition (body condition score [BCS], back fat thickness [RFD], muscle thickness [MD] and their alterations), clinical-chemical parameters (β -carotin, bilirubin, aspartate-aminotransferase [AST], creatine kinase [CK], glutamate dehydrogenase [GLDH], γ -glutamyltransferase [GGT], alkaline phosphatase [AP], β -hydroxy-butyric acid [BHB], nonesterified fatty acids [NEFA / FFS] and insulin-like growth factor-I [IGF-I]), of milk (milk yield and milk contents such as lactose, urea, fat and protein) as well as the frequency of diseases were determined.

For the evaluation of the data the animals were divided into the following groups: beginning of the oestrus cycle (≤ 2 weeks / > 2 weeks), oestrus induction because of lacking onset of oestrus (yes / no), ovarian cysts (yes / no), involution of the uterus (≤ 3 weeks / > 3 weeks), diseases of the uterus (none, inflammation of the genital tract status I or II / inflammation of the genital tract status III or IV), result of the cervical swab (negative / positive) and duration of endometritis therapy (one week / two weeks / three or more weeks).

Regarding the prognosis of various fertility disorders, limiting values were set at times with significant differences. The limiting values of the respective prognosis were compared by means of sensitivity and specificity.

Cows with beginning of the oestrus cycle later than two weeks after calving showed higher bilirubin- (weeks -2 to 6), GLDH- (weeks -2 to 8) and milk urea concentrations (weeks -2 to 5), lower AP-concentrations (cows older than three years; weeks -2 to 12), lower milk yield (all weeks) and lower need of energy as well as lower intake of energy and dry matter (all weeks) than cows with beginning of the oestrus cycle within two weeks after calving.

Cows with oestrus induction had higher AP-concentrations (cows older than three years; all weeks) as well as lower AST-concentrations and smaller cervix diameters (weeks 0 and 1) than cows without oestrus induction.

Cows with ovarian cysts had higher AST-concentrations (weeks -2 to 7), higher FLQ (weeks 0 to 5) and higher FEQ-values (weeks 1 to 8), larger diameter of the right horn of the uterus (weeks 2 to 6) and of the cervix (weeks 0 to 5) as well as lower content of milk lactose (all weeks) than cows without ovarian cysts.

Retentio secundinarum was 2.6 times more frequent in cows with ovarian cysts than in cows without ovarian cysts.

Cows with uterine involution taking longer than three weeks had higher BHB-concentrations (weeks 2 to 14) as well as lower milk lactose (all weeks), higher NEFA-concentrations (all weeks) and a less distinct negative energy balance (weeks 2 to 12) than cows with involution of the uterus within three weeks.

Cows with purulent endometritis showed higher bilirubin-concentrations (weeks -1 to 6), higher FLQ-values (weeks 0 to 6) and greater changes of BCS (3rd measurement) and RFD (3rd measurement) as well as lower content of milk lactose (all weeks) than cows without purulent endometritis.

Cows with positive cervical swab results had higher bilirubin-concentrations (weeks -2 to 1), higher FLQ-values, greater diameter of the left horn of the uterus (weeks 2 to 7) and of the cervix (weeks 1 to 8) as well as lower contents of milk lactose (all weeks) and lower IGF-I-concentrations (all weeks) than cows with negative cervical swab.

Cows with duration of endometritis therapy exceeding 3 weeks had lower BHB-concentrations (all weeks) as well as less intake of energy and dry matter (all weeks) than cows with endometritis being treated within 3 weeks.

With the limiting values listed below it was possible to forecast fertility disorders with a sensitivity or specificity of $\geq 85\%$:

The following results were established for the group with a beginning of the oestrus after two weeks:

The limiting value was $<152,54$ MJ NEL (sens: 89 %, spez: 72 %) for the need of energy in week 1 and $<156,41$ MJ NEL (sens: 93 %, spez: 48 %) in week 2.

The limiting value was $<72,47$ MJ NEL (sens: 55 %, spez: 100 %) for the energy intake in week 1.

The limiting value was $<10,75$ kg (sens: 85 %, spez: 89 %) for the dry matter intake in week -2, $<8,34$ kg (sens: 63 %, spez: 95 %) in week -1, $<11,57$ kg (sens: 100 %, spez: 79 %) in week 0 and $<10,45$ kg (sens: 56 %, spez: 100 %) in week 1.

The limiting value was $>5,58$ $\mu\text{mol/l}$ (sens: 91 %, spez: 44 %) for bilirubin in week -1.

The limiting value was $<3,95$ U/l (sens: 74 %, spez: 100 %) in week 0.

The limiting value was $>167,5$ U/l (sens: 69 %, spez: 88 %) for AP (cows older than three years) in week -1 and $>74,9$ U/l (sens: 92 %, spez: 38 %) in week 1.

The limiting value was $<24,07$ kg (sens: 52 %, spez: 85 %) for milk yield in week 2.

The following results were established for the group with oestrus induction:

The limiting value was $<4,05$ cm (sens: 32 %, spez: 100 %) for the diameter of the cervix in week 1 and $>-0,18$ cm (sens: 50 %, spez: 86 %) for the change of the diameter of the cervix in week 2.

The limiting value was $>97,8$ U/l (sens: 100, spez: 29) for AP (cows older than three years) in week -2.

The following results were established for the group with ovarian cysts:

The limiting value was $<2,03$ cm (sens: 83 %, spez: 86 %) for the diameter of the right uterine horn in week 1.

The limiting value was <4,28 % (sens: 42 %, spez: 95 %) for the content of milk lactose in week 1 and <4,56 % (sens: 45 %, spez: 90 %) in week 2.

The following results were established for the group with involution of uterus later than 3 weeks after calving:

The limiting value was <1310,5 µmol/l (sens: 97 %, spez: 41 %) for NEFA in week 0.

The limiting value was <-29,67 MJ NEL (sens: 85 %, spez: 60 %) for the energy balance in week 2.

The limiting value was <4,88 % (sens: 88 %, spez: 41 %) for the content of milk lactose in week 2.

The following results were established for the group with purulent endometritis:

The limiting value was >8,24 µmol/l (sens: 67 %, spez: 87 %) for bilirubin in week 0 and >5,65 µmol/l (sens: 92 %, spez: 53 %) in week 2.

The limiting value was >1,03 (sens: 89 %, spez: 50 %) for FLQ in week 0.

The following results were established for the group with positive results of the cervical swab:

The limiting value was >4,47 cm (sens: 33 %, spez: 100 %) for the diameter of the cervix in week 3.

The limiting value was >1,17 cm (sens: 100 %, spez: 25 %) for the diameter of the left uterine horn in week 2.

The limiting value was >7,88 µmol/l (sens: 89 %, spez: 54 %) for bilirubin in week 0.

The limiting value was <3,71 nmol/l (sens: 33 %, spez: 100 %) for IGF-I concentration in week 0.

The limiting value was <4,42 % (sens: 91 %, spez: 75 %) for the content of milk lactose in week 0, <4,78 % (sens: 89 %, spez: 83 %) in week 2 and <4,80 % (sens: 89 %, spez: 69 %) in week 3.

The limiting value was >1,24 (sens: 91 %, spez: 75 %) for FLQ in week 0.

To conclude, it is possible to establish statistically significant interrelations between several metabolic parameters and the observed fertility disorders. Applying apt forecasting methods, the parameter bilirubin seems suitable for the determination of an increased risk for purulent endometritis, the parameter GLDH may presumably help to predict the onset of oestrus cycle whereas lactose content in milk seems to apply to the result of the cervix swab.

In further clinical-epidemiological studies these parameters will need to be tested if they are suitable to forecast the regarded diseases.

7 LITERATURVERZEICHNIS

Aeberhard, K., R. M. Bruckmaier und J. W. Blum (2001a):

Metabolic, enzymatic and endocrine status in high-yielding dairy cows - Part 2.
J. Vet. Med., **A 48**, 110-127

Aeberhard, K., R. M. Bruckmaier und J. W. Blum (2001b):

Milk yield and composition, nutrition, body confirmation traits, body condition scores, fertility and diseases in high-yielding dairy cows - Part 1.
J. Vet. Med., **A 48**, 97-110

Aslan, S., J. Handler, G. Wesenauer und K. Arbeiter (2002):

Eignung der sonographischen Beurteilung von Ovardynamik und Uterusinvolution zur Fertilitätsprognose im Puerperium des Rindes.
Dtsch. tierärztl. Wochenschr., **109**, 52-55

Beam, S. W., und W. R. Butler (1999):

Effects of energy balance on follicular development and first ovulation in postpartum dairy cows.
J. Reprod. Fertil., **54**, 411-424

Blum, J. W. (2003):

Ketosen beim Wiederkäuer.

http://www.vetmed.unibe.ch/studvet/download/year23/stoffwechsel/stw0304/Ketose_Studis_2003-2004.pdf

Blum, J. W. (2004):

Fettmobilisations-Syndrome.

http://www.vetmed.unibe.ch/studvet/download/year23/stoffwechsel/stw0304/Fettmobilisations-Syndrome_Studis_2003-2004.pdf

Bobe, G., B. N. Ametaj, R. A. Nafikov, D. C. Beitz und J. W. Young (2004):

Relationships between mild fatty liver and health and reproductive performance in holstein cows.

12th International Conference on Production Diseases in Farm Animals, East Lansing, Michigan, USA,

Bondurant, R. H. (1999):

Inflammation in the bovine female reproductive tract.

J. Anim. Sci., **77**, 101-110

Borsberry, S. (2003):

The sexual behaviour of the modern dairy cow - oestrus.

Cattle Practice, **11**, 327-329

Bortz, J., und G. Lienert (1998):

Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung. Ein praktischer Leitfaden für die Analyse kleiner Stichproben. Aufl.

Springer Verlag, Berlin,

Bousquet, D., È. Bouchard und D. DuTremblay (2004):

Decreasing fertility in dairy cows: Myth or reality.

23. World Buiatric Congress, Québec, Canada, Le Médecin Vétérinaire du Québec, **34**, 59-61

Breiman, L. (1998):

Classification And Regression Tress. Aufl.

Chapman & Hall, Boca Raton,

Bruckmaier, R. M., L. Gregoret, F. Jans, D. Faissler und J. W. Blum (1998):

Longissimus dorsi muscle diameter, backfat thickness, body condition scores and skinfold values related to metabolic and endocrine traits in lactating dairy cows fed crystalline fat or free fatty acids.

J. Vet. Med., **45 A**, 397-410

Busato, A. (2002):

Body condition scores in dairy cows: Association with metabolic and endocrine changes in healthy dairy cows.

J. Vet. Med., **A49**, 455-460

Butler, W. R. (2000):

Nutritional interactions with reproductive performance in dairy cattle.

Anim. Reprod. Sci., **60-61**, 449-457

Butler, W. R., und R. D. Smith (1989):

Interrelationships between energy balance and postpartum reproductive function in dairy cattle.

J. Dairy Sci., **72**, 767-783

Cadorniga-Valino, C., R. R. Grummer, L. E. Armento, S. S. Donkin und S. J.

Bertics (1997):

Effects of fatty acids and hormones on fatty acid metabolism and gluconeogenesis in bovine hepatocytes.

J. Dairy Sci., **80**, 646-656

Callahan, C. J., und L. A. Horstmann (1983):

Treatment of postpartum metritis in dairy cows caused by *Actinomyces pyogenes*.

Bovine Practit., **28**, 162-165

Cameron, R. E. B., P. B. Dyk, T. H. Herdt, J. B. Keneene, R. Miller, H. F.

Buchholtz, J. S. Liesman, M. J. Vandehaar und R. S. Emery (1998):

Dry cow diet, management, and energy balance as risk factors for displaces abomasum in high producing dairy herds.

J. Dairy Sci., **81**, 132-139

Collard, B. L., P. J. Boettcher, J. C. Dekkers, D. Petitclerc und L. R. Schaeffer

(2000):

Relationships between energy balance and health traits of dairy cattle in early lactation.

J. Dairy Sci., **83**, 2683-2690

Comin, A., D. Gerin, A. Cappa, V. Marchi, R. Renaville, M. Motta, U. Fazzini und A. Prandi (2002):

The effect of an acute energy deficit on the hormone profile of dominant follicles in dairy cows.

Theriogenology, **58**, 899-910

Conner, T., N. P. Joshi, T. H. Herdt und L. Neuder (2004):

Association of prepartum plasma non-esterified fatty acid concentrations with postpartum metabolic diseases in holstein cows.

23. World Buiatric Congress, Québec, Canada, **34**, 118.

Dann, H. M., J. K. Drackley und D. E. Morin (2001):

Effects of prepartum feed intake and postpartum health disorders on dairy cow performance and blood and liver constituents.

International Animal Agriculture and Food Science Conference, Indianapolis,

Daxenberger, A., B. H. Breier und H. Sauerwein (1998):

Increased milk levels of insulin-like growth factor-1 (IGF-1) for the identification of bovine somatotropin (bST) treated cows.

Analyst, **127**, 1470-1476

De Kruif, A. (1994):

Postpartale Endometritis beim Rind.

Prakt. Tierarzt, **12**, 1071-1078

De Kruif, A. (1999a):

Erkrankungen von Vagina, Vestibulum und Vulva.

In: Grunert, E., und A. De Kruif (Hrsg.): Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind. 3. Aufl.

Parey Verlag, Berlin, S. 215-229

De Kruif, A. (1999b):

Uteruserkrankungen.

In: Grunert, E., und A. De Kruif (Hrsg.): Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind. 3. Aufl.

Parey Verlag, Berlin, S. 191-207

De Kruif, A., R. Mansfeld und M. Hoedemaker (1998):

Tierärztliche Bestandsbetreuung beim Milchrind. Aufl.

Enke Verlag, Stuttgart, 29-474

De Vries, M. J., und R. F. Veerkamp (2000):

Energy balance of dairy cattle in relation to milk production variables and fertility.

J. Dairy Sci., **83**, 62-69

Dechow, C. D., G. W. Rogers und J. S. Clay (2000):

Heritabilities and correlations among body condition scores, production traits, and reproductive performance.

J. Dairy Sci., **84**, 266-275

Dirksen, G., H.-D. Gründer und M. Stöber (2002):

Innere Medizin und Chirurgie des Rindes. 4. Aufl.

Blackwell Verlag, Berlin, Wien,

Diskin, M. G., D. R. Mackey, J. F. Roche und J. M. Sreenan (2003):

Effects of nutrition and metabolic status on circulating hormones and ovarian follicle development in cattle.

Anim. Reprod. Sci., **78**, 345-370

Dohmen, M. J. W., K. Joop, A. Sturk, P. E. J. Bols und J. A. C. M. Lohuis (2000):

Relationship between intra-uterine bacterial contamination, endotoxin levels and the development of endometritis in postpartum cows with dystocia or retained placenta.

Theriogenology, **54**, 1019-1032

Dohmen, M. J. W., J. A. C. M. Lohuis, G. Huszenicza, P. Nagy und M. Gacs (1995):

The relationship between bacteriological and clinical findings in cows with subacute/chronic endometritis.

Theriogenology, **43**, 1379-1388

Domecq, J. J., A. L. Skidmore, J. W. Lloyd und J. B. Kaneene (1997):

Relationship between body condition scores and conception at first artificial insemination in a large dairy herd of high yielding holstein cows.

J. Dairy Sci., **80**, 113-120

Drackley, J. K. (1999):

Biology of dairy cows during the transition period: The final frontier?

J. Dairy Sci., **81**, 2259-2273

Drillich, M., J. Bergmann, U. Falkenberg, A. Kurth und W. Heuwieser (2002):

Einfluss der Intensität der Puerperalkontrolle auf die Fruchtbarkeitsleistung von Hochleistungskühen.

Dtsch. tierärztl. Wochenschr., **109**, 386-390

Duffield, T. F. (2004):

Monitoring strategies for metabolic disease in transition dairy cows.

23. World Buiatric Congress, Québec, Canada, **34**, 34-35

Duffield, T. F., D. Kelton, K. E. Leslie, D. Kerry, K. D. Lissemore und J. H. Lumsden (1997):

Use of test day milk fat and milk protein to detect subclinical ketosis in dairy cattle in Ontario.

Can. Vet. J., **38**, 713-718

Edmonson, A. J., I. J. Lean, L. D. Weaver, T. Farver und G. Webster (1989):

A body condition scoring chart for Holstein Dairy cows.

J. Dairy Sci., **72**, 68-78

Eicher, R. (2003):

Stoffwechsel der Milchinhaltsstoffe.

www.vetmed/unibe.ch/studvet/download/year23/stoffwechsel/M/S%20Grundlagen.pdf

Eicher, R. (2004):

Evaluation of the metabolic and nutritional situation in dairy herds: Diagnostic use of milk components.

23. World Buiatric Congress, Québec, Canada, **34**, 36-38

El-Ghoul, W., Y. Khamis, W. Hofmann und A. Hassanein (2000):

Beziehungen zwischen Klauenerkrankungen und nicht metabolischen Störungen beim Milchrind.

Prakt. Tierarzt, **81**, 942-949

Enjalbert, F., M. C. Nicot, C. Bayourthe und R. Moncoulon (2001):

Ketone bodies in milk and blood of dairy cows: Relationship between concentrations and utilization for detection of subclinical ketosis.

J. Dairy Sci., **84**, 583-589

Erb, H. N., und Y. T. Gröhn (1988):

Symposium: Health problems in the periparturient cow.

J. Dairy Sci., **71**, 2557-2571

Falkenberg, U., J. Bergmann und W. Heuwieser (2003):

Reproductive performance in dairy cows with puerperal endometritis after treatment with Prostaglandin F2a or an Ovsynch protocol.

36. Jahrestagung Physiologie und Pathologie der Fortpflanzung, Wien,

Ferguson, J. D. (1991):

Nutrition and reproduction in dairy cows.

Food Anim. Pract., **7**, 483-507

Francisco, C. C., L. J. Spicer und M. E. Payton (2003):

Predicting cholesterol, progesterone, and days to ovulation using postpartum metabolic and endocrine measures.

J. Dairy Sci., **86**, 2852-2863

Fürll, M. (2000):

Das Fettmobilisationssyndrom.

Großtierpraxis, **1**, 24-34

Fürll, M. (2004a):

Fettleber ist heilbar.

Dtsch. landwirtsch. Zeitschr., **12**, 66-69

Fürll, M. (2004b):

Stoffwechselkontrollen und Stoffwechselüberwachung bei Rindern

Teil 1: Chancen, Regeln und Risiken.

Nutztierpraxis, **9**

Fürll, M. (2005):

Spezielle Untersuchung beim Wiederkäuer.

In: Kraft, W., und U. M. Dürr (Hrsg.): Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. 6. Aufl.

Schattauer Verlag, Stuttgart, NewYork, S. 444-474

Fürll, M., A. Uhlig, H. Kirbach und M. Schäfer (1998):

Ergebnisse langjähriger Kontrollen des Säure-Basen-Haushaltes und anderer stoffwechselrelevanter Kriterien in Milchviehherden im Raum Leipzig.

In: Fürll, M. (Hrsg.): Stoffwechselbelastung, -diagnostik und -stabilisierung beim Rind. Aufl.

Akademie für Tierärztliche Fortbildung, Leipzig, S. 212-218

Garnsworthy, P. C., und G. P. Jones (1987):

The influence of body condition score at calving and dietary protein supply on voluntary food intake and performance in dairy cows.

Anim. Prod., **44**, 347-352

Gasteiner, J. (2000):

Ketose, die bedeutendste Stoffwechselerkrankung der Milchkuh.

27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Gumpenstein, Bundesanstalt für alpenländische Landwirtschaft Gumpenstein, 11-18

Gelfert, C.-C., M. El-Magragy und R. Staufenbiel (2004a):

Liver fat content and liver function of cows with left displaces abomasum.

23. World Buiatric Congress, Québec, Canada, **34**, 108.

Gelfert, C.-C., S. Roemer und R. Staufenbiel (2004b):

Impact of fatty liver on milk production in high yielding dairy cows.

23. World Buiatric Congress, Québec, Canada, **34**, 108.

Gelfert, C.-C., und R. Staufenbiel (2004):

Early detection of metabolic diseases of dairy cattle by using milk data, body condition and metabolic profiles.

23. World Buiatric Congress, Québec, Canada, **34**, 559.

Gilbert, R. O., S. T. Shin, M. Frajblat, C. L. Guard, H. N. Erb und H. Roman (2004):

The incidence of endometritis and its effect on reproductive performance of dairy cows.

12th International Conference on Production Diseases in Farm Animals, East Lansing, Michigan, USA,

Gillund, P., O. Reksen, Y. T. Gröhn und K. Karlberg (2001):

Body condition related to ketosis and reproductive performance in norwegian dairy cows.

J. Dairy Sci., **84**, 1390-1396

- Ginther, O. J., D. R. Bergfelt, M. A. Beg, C. Meira und K. Kot (2004):**
In vivo effects of an intrafollicular injection of insulin-like growth factor 1 on the mechanism of follicle deviation in heifers and mares.
Biol. Reprod., **70**, 99-105
- Gossen, N., M. Feldmann und M. Hoedemaker (2004):**
Einfluss einer parenteralen Supplementierung mit beta-Karotin in Form einer Injektionslösung (Carofertin) auf die Fruchtbarkeitsleistung von Milchkühen.
Dtsch. tierärztl. Wochenschr., **111**, 14-21
- Gossen, N., und M. Hoedemaker (2005):**
Influence of time of ovarian cyst formation on reproductive performance in dairy cows.
Schweiz. Arch. Tierheilk., **147**, 58.
- Gröhn, Y. T., und P. J. Rajala-Schultz (2000):**
Epidemiology of reproductive performance in dairy cows.
Anim. Reprod. Sci., **60-61**, 605-614
- Grunert, E. (1999a):**
Ovariale Dysfunktionen.
In: Kruif, A. D. (Hrsg.): Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind. 3. Aufl.
Parey, Berlin, S. 111-146
- Grunert, E. (1999b):**
Physiologie der Fortpflanzung - Geschlechtsreife, Zuchtreife und Erstkalbealter.
In: Kruif, A. D. (Hrsg.): Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind. 3. Aufl.
Parey, Berlin, S. 1-3
- Grunert, E. (1999c):**
Untersuchungsverfahren im Rahmen der Fertilitätskontrolle - Die gynäkologische Untersuchung.
In: Kruif, A. D. (Hrsg.): Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind. 3. Aufl.
Parey, Berlin, S. 29-59
- Grunert, E. (1999d):**
Uteruserkrankungen.
In: Grunert, E., und A. De Kruif (Hrsg.): Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind. 3. Aufl.
Parey Verlag, Berlin, S. 191-208
- Grunert, E. (1999e):**
Zyklus- und Brunststörungen.
In: Kruif, A. D. (Hrsg.): Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind. 3. Aufl.
Parey, Berlin, S. 147-158
- Hanzen, C., M. Pieterse, O. Scenczi und M. Drost (2000):**
Relative accuracy of the identification of ovarian structures in the cow by ultrasonography and palpation per rectum.
Vet. J., **159**, 161-170

Hart, I. C., J. A. Bines, S. C. Morant und J. L. Ridley (1978):

Endocrine control of energy metabolism in the cow: comparison in the levels of hormones (prolactin, growth hormones, insulin and thyroxine) and metabolism in the plasma of high and low yielding cattle at various stages of lactation.
J. Endocrinol., **77**, 333-341

Hasler, M., U. Eigenmann, F. Janett und R. Thun (2004):

Körperkondition und Häufigkeit von Ovarialzysten bei Braunviehkühen während der ersten 40 Laktationstage.
Schweiz. Arch. Tierheilk., **146**, 231-221

Hayirli, A., R. R. Grummer, E. V. Nordheim und P. M. Crump (2002):

Animal and dietary factors affecting feed intake during the prefresh transition period in holsteins.
J. Dairy Sci., **85**, 3430-3443

Heuer, C., Y. H. Schukken und P. Dobbelaar (1999):

Postpartum body condition score and results from the first test day milk as predictors of disease, fertility, yield, and culling in commercial dairy herds.
J. Dairy Sci., **82**, 295-304

Heuwieser, W., R. Mansfeld und R. H. Foote (1995):

Einflüsse von GnRH auf die Fruchtbarkeit von Milchkühen unter besonderer Berücksichtigung des Körperkonditionsindex.
Prakt. Tierarzt, **10**, 886-892

Hippel, T., J. Kratzsch und E. Grün (1999):

Die Bedeutung des insulinähnlichen Wachstumsfaktors I (IGF-I) für die Proliferation und Differenzierung tierischer Zellen.
Prakt. Tierarzt, **80**, 234-244

Hojman, D., O. Kroll, G. Adin, M. Gips, B. Hanochi und E. Ezra (2004):

Relationships between milk urea and production, nutrition and fertility traits in israeli dairy herds.
J. Dairy Sci., **87**, 1001-1011

Hooijer, G. A., M. A. A. J. Oijen van, K. Frankena und M. M. H. Valks (2001):

Fertility parameters of dairy cows with cystic ovarian disease after treatment with gonadotrophin-releasing hormone.
Vet. Rec., **149**, 383-386

Isobe, N., T. Yoshimura, C. Yoshida und T. Nakao (2004):

Incidence of silent ovulation in dairy cows during post partum period.
Dtsch. tierärztl. Wochenschr., **111**, 35-38

Janowski, T., S. Zdunczyk und E. S. Mwaanga (2001):

Combined GnRH and PGF2a application in cows with endometritis puerperalis treated with antibiotics.
Reprod. Dom. Anim., **36**, 244-246

Jones, G. P., und P. C. Garnsworthy (1988):

The effects of body condition at calving and dietary protein content on dry matter intake and performance in lactating dairy cows given diets of low energy content. Anim. Prod., **47**, 321-333

Jorritsma, R., H. Jorritsma, Y. H. Schukken und G. H. Wentink (2000):

Relationships between fatty liver and fertility and some periparturient diseases in commercial dutch dairy herds. Theriogenology, **54**, 1065-1074

Jorritsma, R., T. Wensing und T. A. M. Kruip (2003):

Metabolic changes in early lactation and impaired reproductive performance in dairy cows. Vet. Res., **34**, 11-26

Joshi, N. P., T. H. Herdt und L. Neuder (2004):

Association of rump fat thickness and NEFA with postpartum metabolic diseases in Holstein cows. 12th International Conference on Production Diseases in Farm Animals, East Lansing, Michigan USA,

Kaneene, J. B., M. F. Miller, T. H. Herdt und J. C. Gardinger (1997):

The association of serum nonesterified fatty acids and cholesterol, management and feeding practices with peripartum disease in dairy cows. Prevent. Vet. Med., **31**, 59-72

Kasimanickam, R., T. F. Duffield, R. A. Foster, C. J. Gartley, K. E. Leslie, J. S. Walton und W. H. Johnson (2004):

Endometrial cytology and ultrasonography for the detection of subclinical endometritis in postpartum dairy cows. Theriogenology, **62**, 9-23

Kesler, D. J. (2005):

Improving reproductive efficiency.

<http://www.traill.uiuc.edu/dairynet/paperDisplay.cfm?Type=paper&ContentID=6572>

Kim, I.-H., und H.-G. Kang (2003):

Risk factors for postpartum endometritis and the effect of endometritis on reproductive performance in dairy cows in Korea. J. Reprod. Develop., **49**, 485-491

Kindahl, H., B. Kornmatitsuk und H. Gustafsson (2004):

The cow in endocrine focus before and after calving. Reprod. Dom. Anim., **39**, 217-221

Klawuhn, D., und B. Staufenbiel (1997):

Aussagekraft der Rückenfettdicke zum Körperfettgehalt beim Rind. Tierärztl. Prax., **25**, 133-135

Knutti, B., U. K pfer und A. Busato (2000):

Reproductive efficiency of cows with endometritis after treatment with intrauterine infusion or prostaglandin injections, or no treatment.

J. Vet. Med., **A 47**, 609-615

K nigsson, K., H. Gustafsson und H. Kindahl (2002):

15-Ketodihydro-PGF2 , progesterone and uterine involution in primiparous cows with induces retained placenta and post-partal endometritis treated with oxytetracycline and flunixin.

Reprod. Dom. Anim., **37**, 43-51

Konwes, L., E. Brydl, O. Szenci, V. Jurkovich und L. Tegzes (2004):

The effect of the increased fat mobilisation on uterus involution and ovarian cycle in dairy cows.

23. World Buiatric Congress, Québec, Canada, **34**, 144.

Kraft, W., und U. M. D rr (1999):

Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin. 5. Aufl.

Schattauer Verlag, Stuttgart, New York,

Laven, R. A. (2003):

Understanding the dynamics of bovine endometritis: Comparison of the response to injectable luprostiol and topical cephapirin.

Cattle Practice, **11**, 263-270

Le Blanc, S. J. (2003):

Field study of the diagnosis and treatment of clinical endometritis in dairy cattle.

Cattle Practice, **11**, 255-261

Le Blanc, S. J. (2004):

Diagnose und Einfluss der klinischen Endometritis bei Milchkühen.

<http://www.intervet.de/News/Fokusthemen/WBC/Diagnose.asp>

Le Blanc, S. J., T. F. Duffield, K. E. Leslie, K. G. Bateman, G. P. Keefe, J. S. Walton und W. H. Johnson (2002):

The effect of treatment of clinical endometritis on reproductive performance in dairy cows.

J. Dairy Sci., **85**, 2237-2249

Lewis, G. S. (1997):

Health problems of the postpartum cow.

J. Dairy Sci., **80**, 984-994

Ling, K., A. Waldmann, J. Samar tel, H. Jaakson, T. Kaart und A. Leesm e (2004):

Field trial on blood metabolites, body condition score (BCS) and their relation to the recurrence of ovarian cyclicity in estonian Holstein cows.

12th International Conference on Production Diseases in Farm Animals, East Lansing, Michigan, USA,

Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V.

(2003):

Leistungs- und Qualitätsprüfung in der Rinderzucht in Bayern 2003 - Ergebnisse und Auswertungen.

Landeskuratorium der Erzeugerringe für tierische Veredelung in Bayern e.V., München, 1-85

Loeffler, S. H., M. J. De Vries und Y. H. Schukken (1999):

The effects of time of disease occurrence, milk yield, and body condition on fertility of dairy cows.

J. Dairy Sci., **82**, 2589-2604

Lopez, H., L. D. Satter und M. C. Wiltbank (2004):

Relationship between level of milk production and estrous behavior of lactating dairy cows.

Anim. Reprod. Sci., **81**, 209-223

Lopez-Gatius, F., J. Yaniz und D. Madriles-Helm (2003):

Effects of body condition score and score change on the reproductive performance of dairy cows: a meta-analysis.

Theriogenology, **59**, 801-812

Lotthammer, K. H., und G. Wittkowski (1994):

Fruchtbarkeit und Gesundheit der Rinder. Aufl.

Ulmer, Stuttgart,

Lucy, M. C. (2000):

Regulation of ovarian follicular growth by somatotropin and insulin-like growth factors in cattle.

J. Dairy Sci., **83**, 1635-1647

Lucy, M. C. (2001):

Reproductive loss in high-producing dairy cattle: Where will it end?

J. Dairy Sci., **84**, 1277-1293

Lucy, M. C. (2004):

Physiological mechanisms leading to reproductive decline in dairy cattle.

http://www.ansci.umn.edu/petersen_symposium/lucy.pdf

Lucy, M. C., C. R. Staples, F. M. Michel und W. W. Thatcher (1991):

Energy balance and size and number of ovarian follicles detected by ultrasonography in early postpartum dairy cows.

J. Dairy Sci., **74**, 473-482

Mallard, B. A., L. C. Wagter, M. J. Ireland und J. C. Dekkers (1997):

Effects of growth hormone, insulin-like growth factor-I, and cortisol on periparturient antibody response profiles of dairy cattle.

Vet. Immunol. Immunopathol., **60**, 61-76

Mansfeld, R., A. De Kruif, M. Hoedemaker und W. Heuwieser (1999):
Fruchtbarkeitsüberwachung auf Herdenbasis.
In: Grunert, E., und M. Berchtold (Hrsg.): Fertilitätsstörungen beim weiblichen Rind.
3. Aufl.
Parey Verlag, Berlin, S. 337-350

Markusfeld, O. (1985):
Relationship between overfeeding, metritis and ketosis in high yielding dairy cows.
Vet. Rec., **116**, 489-491

Mazerbourg, S., C. A. Bondy, J. Zhou und P. Monget (2003):
The insulin-like growth factor system: a key determinant role in the growth and
selection of ovarian follicles? A comparative species study.
Reprod. Dom. Anim., **38**, 247-258

Meikle, A., M. Kulcsar, Y. Chilliard, H. Febel, C. Delavaud, D. Cavestany und P. Chilibröste (2004):
Effects of parity and body condition at parturition on endocrine and reproductive
parameters of the cow.
Reproduction, **127**, 727-737

Meinecke, B. (2000):
Endokrinologie - Reproduktion beim Säugetier - Reproduktion beim weiblichen Tier.
In: Breves, G. (Hrsg.): Physiologie der Haustiere. 1. Aufl.
Enke, Stuttgart, S. 514-535

Meyer, H. H. D., B. Güven und H. Karg (1986):
Enzymimmuntests (EIA) auf Mikrotitrationsplatten zur Progesteronbestimmung in
Magermilchproben.
Wien. tierärztl. Monatsschr., **73**, 86-92

Morrow, D. A., S. J. Roberts, K. McEntee und H. G. Gray (1966):
Postpartum ovarian activity and uterine involution in dairy cattle.
J. Am. vet. Med. Assoc., **149**, 1596-1609

Obese, F., R. Stockdale, K. Macillan, A. Egan und S. Humphrys (2004):
Effects of body condition score (BCS) at calving and level of grain feeding during
early lactation on plasma concentrations of insulin-like growth factor-I (IGF-I),
selected blood metabolites and resumption of ovarian cyclicity in pasture-fed dairy
cows.
23. World Buiatric Congress, Québec, Canada, **34**, 147.

Obritzhauser, W. (2000):
Einfluss von Grundfutterqualität und Kraftfuttermittellieferung auf die
Stoffwechselparameter der Milchkühe.
27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Gumpenstein, Bundesanstalt für alpenländische
Landwirtschaft Gumpenstein, 111-117

Okano, A., und T. Tomizuka (1987):
Ultrasonic observation of postpartum uterine involution in the cow.
Theriogenology, **27**, 369-376

Pedron, O., F. Cheli, E. Senatore, D. Baroli und R. Rizzi (1993):

Effect of body condition score at calving on performance, some blood parameters and milk fatty acid composition in dairy cows.

J. Dairy Sci., **76**, 2528-2535

Prange, D. (2001):

Einfluß einer Zufütterung von Propylenglykol im peripartalen Zeitraum auf Tier- und Stoffwechselgesundheit sowie Reproduktions- und Milchleistung bei hochleistenden Milchkühen.

Hannover Tierärztl. Hochsch., Klinik für Geburtshilfe und Gynäkologie des Rindes, Diss.

Rabelo, E., R. L. Rezende, S. J. Bertics und R. R. Grummer (2003):

Effects of transition diets varying in dietary energy density on lactation performance and ruminal parameters of dairy cows.

J. Dairy Sci., **86**, 916-925

Rabiee, A. R., D. Dalley, J. M. Borman, K. L. Macmillan und F. Schwarzenberger (2002):

Progesterone clearance rate in lactating dairy cows with two levels of dry matter and metabolisable energy intakes.

Anim. Reprod. Sci., **72**, 11-25

R-Development-Core-Team (2004):

R: A language and environment for statistical computing, 2.0.1.

R Foundation for Statistical Computing, Wien,

<http://www.R-project.org>

Reist, M., D. K. Erdin, D. Von Euw, K. M. Tschumperlin, H. Leuenberger, Y. Chilliard, H. M. Hammon, C. Morel, C. Philipona, Y. Zbinden, N. Kuenzi und J. W. Blum (2002):

Estimation of energy balance at the individual and herd level using blood and milk traits in high-yielding dairy cows.

J. Dairy Sci., **85**, 3314-3327

Reist, M., D. K. Erdin, D. Von Euw, K. M. Tschumperlin, H. Leuenberger, H. M. Hammon, N. Kunzi und J. W. Blum (2003):

Use of threshold serum and milk ketone concentrations to identify risk for ketosis and endometritis in high-yielding dairy cows.

Am. J. Vet. Res., **64**, 188-194

Reist, M., A. Koller, A. Busato, U. Küpfer und J. W. Blum (2000):

First ovulation and ketone body status in the early postpartum period of dairy cows.

Theriogenology, **54**, 685-701

Reksen, O., Y. T. Gröhn, O. Havrevoll, T. Bostad, A. Waldmann und E. Ropstad (2002a):

Relationships among milk progesterone, concentrate allocation, energy balance, milk yield and conception rate in Norwegian cattle.

Anim. Reprod. Sci., **73**, 169-184

Reksen, O., O. Havrevoll, Y. T. Gröhn, T. Bolstad, A. Waldmann und E. Ropstad (2002b):

Relationships among body condition score, milk constituents, and postpartum luteal function in norwegian dairy cows.

J. Dairy Sci., **85**, 1406-1415

Rossow, N. (2002):

Beziehungen zwischen Rückenfettdicke (RFD), Milchleistung und Fruchtbarkeit in Milchviehherden.

<http://www.portal-rind.de/portal/artikel/detail.php?artikel=17&sp=15&sb=Fütterung>

Rossow, N. (2003):

Stoffwechsel und Fruchtbarkeit.

<http://www.portal-rind.de/portal/artikel/detail.php?artikel=618sp=10>

Rossow, N. (2004a):

Die Energiebilanzsituation der Milchkuh in der Frühlaktation.

http://www.portal-rind.de/portal/data/artikel/49/artikel_49.pdf

Rossow, N. (2004b):

Fettmobilisationssyndrom der Milchkuh.

http://www.portal-rind.de/portal/data/artikel/45/artikel_45.pdf

Rossow, N. (2004c):

Ketose der Milchkuh - Wesen der Erkrankung und Bekämpfungsstrategie.

http://www.portal-rind.de/portal/data/artikel/46/artikel_46.pdf

Rossow, N. (2004d):

Nutzung der Ergebnisse der Milchleistungsprüfung für die Fütterungs- und Stoffwechselkontrolle.

http://www.portal-rind.de/portal/data/artikel/68/artikel_68.pdf

Rossow, N. (2004e):

Produktionsbegleitende Stoffwechseluntersuchungen in Milchkuhbeständen.

http://www.portal-rind.de/portal/data/artikel/66/artikel_66.pdf

Rossow, N., und L. Jäkel (2004):

Gesundheits- und Fruchtbarkeitsmanagement in Milchkuhbeständen - Teil 4: Managementaufgaben im präpartalen Abschnitt der Transitperiode (Trockenstehperiode-2).

http://www.portal-rind.de/portal/data/artikel/88/artikel_88.pdf

Royal, M., G. E. Mann und A. P. F. Flint (2000):

Strategies for reversing the trend towards subfertility in dairy cattle.

Vet. J., **160**, 53-60

Rukkwamsuk, T., T. A. M. Kruip und M. J. H. Geelen (1999):

Relationship between overfeeding and overconditioning in the dry period and the problems of high producing dairy cows during the parturient period.

Vet. Quart., **21**, 71-77

Runciman, D., G. Anderson, J. Malmo und G. Davis (2004a):

The use of vaginoscopic (visual) examination of post partum dairy cows for the diagnosis of endometritis and its association with reduced reproductive performance. 23. World Buiatric Congress, Québec, Canada, **34**, 148-149

Runciman, D., G. Anderson, J. Malmo und G. Davis (2004b):

Vaginoskopische Untersuchung post partum zur Diagnose von Endometritiden bei Milchkühen und die Beziehung zur herabgesetzten Fruchtbarkeit.
http://www.intervet.de/binaries/61_77579.pdf

Sakaguchi, M., Y. Sasamoto, T. Suzuki, Y. Takahashi und Y. Yamada (2004):

Postpartum ovarian follicular dynamics and estrous activity in lactating dairy cows. J. Dairy Sci., **87**, 2114-2121

Samarütel, J., K. Ling, A. Waldmann, H. Jaakson, A. Leesmäe und T. Kaart (2004):

Ovulatory cycles, metabolic profiles, body condition scores and their relation to fertility of multiparous Holstein dairy cows.
12th International Conference on Production Diseases in Farm Animals, East Lansing, Michigan, USA,

Santos, J. E. P., S. O. Juchem, K. N. Galvao und R. L. A. Cerri (2003):

Transition cow management to reduce metabolic diseases and improve reproductive management.
<http://dairy.ifas.ufl.edu/dpc/2003/Santos1.pdf>

Sattler, T., und M. Fürll (2004):

Creatine kinase and aspartate aminotransferase in cows as indicators for endometritis.
J. Vet. Med., **A 51**, 132-137

Scholz, H. (1990):

Stoffwechselkontrolle in der Milchkuhherde an Hand von Blut- und Milchparametern. Prakt. Tierarzt, **colleg. vet. XXI**, 32-35

Schwarz, F. J. (2000):

Fütterung hochleistender Milchkühe (Energie- und Proteinversorgung, Wiederkäuergerechtigkeit).
27. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Gumpenstein, Irdning, 19-25

Sheldon, I. M., D. E. Noakes, A. N. Rycroft und H. Dobson (2002):

Effect of postpartum manual examination of the vagina on uterine bacterial contamination in cows.
Vet. Rec., **151**, 531-534

Sheldon, I. M., A. N. Rycroft, E. J. Williams, D. E. Noakes und H. Dobson (2003):

Bacteriology of endometritis.
Cattle Practice, **11**, 251-254

Sheldon, I. M., E. J. Williams, D. E. Noakes, G. C. W. England, A. N. Rycroft und C. E. Bryant (2004):

Immune endocrine interactions in the postpartum cow.
Cattle Practice, **12**, 61-63

Shrestha, H. K., T. Nakao, T. Higaki, T. Suzuki und M. Akita (2004a):

Resumption of postpartum ovarian cyclicity in high-producing holstein cows.
Theriogenology, **61**, 637-649

Shrestha, H. K., T. Nakao, T. Suzuki, T. Higaki und M. Akita (2004b):

Effects of abnormal ovarian cycles during pre-service period postpartum on subsequent reproductive performance of high-producing holstein cows.
Theriogenology, **61**, 1559-1571

Spicer, L. J., P. Alvarez, T. M. Prado, G. L. Morgan und T. D. Hamilton (2000):

Effects of intraovarian infusion of insulin-like growth factor-I on ovarian follicular function in cattle.
Domest. Anim. Endocrinol., **18**, 265-278

Spicer, L. J., W. B. Tucker und G. D. Adams (1989):

Relationships between energy balance, insulin-like growth factor-I and estrous behavior during early lactation in dairy cows.
J. Anim. Sci., **62**, 338-344

Spicer, L. J., W. B. Tucker und G. D. Adams (1990):

Insulin-like growth factor-I in dairy cows: Relationships among energy balance, body condition, ovarian activity, and estrous behavior.
J. Dairy Sci., **73**, 929-937

Spiekers, H., und V. Potthast (2004):

Erfolgreiche Milchviehfütterung. 4. Aufl.
DLG Verlag, Frankfurt am Main, 1-448

Statistisches-Bundesamt (2005):

Rinderproduktion in der Bundesrepublik Deutschland.
<http://www.destatis.de/basis/d/forst/forsttab17.php>

Staufenbiel, B. (1992):

Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes - Untersuchungskonzept und Messung der Rückenfettdicke.
Monatsh. Veterinärmed., **47**, 467-474

Staufenbiel, R. (1997):

Konditionsbeurteilung von Milchkühen mit Hilfe der sonographischen Rückenfettdickemessung.
Prakt. Tierarzt, **colleg. vet. XXVII**, 87-92

Staufenbiel, R. (2004):

Körperkonditionsbeurteilung per Ultraschall (RFD-Messung).
Elite, **2004**, 38.

- Staufenbiel, R., G. Arndt, U. Schröder und C.-C. Gelfert (2004):**
Körperkondition und Stoffwechselstabilität als Grundlage für eine hohe Milchleistung bei ungestörter Fruchtbarkeit von Milchkühen - ein Beitrag zur Ableitung von Referenzwerten.
Dtsch. tierärztl. Wochenschr., **111**, 173-228
- Staufenbiel, R., und U. Schröder (2004a):**
Körperkonditionsbeurteilung durch Ultraschallmessung der Rückenfettdicke.
Nutztier Spiegel, **2**, 149-155
- Staufenbiel, R., und U. Schröder (2004b):**
Körperkonditionsbeurteilung durch Ultraschallmessung der Rückenfettdicke - Teil 1.
Veterinärspiegel, **2**, 149-155
- Staufenbiel, R., und U. Schröder (2004c):**
Körperkonditionsbeurteilung mittels Ultraschallmessung. Teil 2.
Vet. Spiegel, **3**, 227-230
- Staufenbiel, R., B. Staufenbiel, N. Rossow und F. Wiedemann (1993):**
Energie- und Fettstoffwechsel des Rindes - Vergleich der Aussage der Rückenfettdicke mit anderen Untersuchungsgrößen.
Monatsh. Veterinärmed., **48**, 167-174
- Steen, A., O. Osteras und H. Gronstol (1996):**
Evaluation of additional acetone and urea analyses, and of the Fat-Lactose-Quotient in cow milk samples in the herd recording system in Norway.
J. Vet. Med., **A 43**, 181-191
- Taylor, V. J., Z. Cheng, P. G. A. Pushpakumara, D. E. Beever und D. C. Wathes (2004):**
Relationships between the plasma concentrations of insulin-like growth factor-I in dairy cows and their fertility and milk yield.
Vet. Rec., **155**, 583-588
- Tebble, J. E., M. J. O'Donnell und H. Dobson (2001):**
Ultrasound diagnosis and treatment outcome of cystic ovaries in cattle.
Vet. Rec., 411-413
- Tenhagen, B.-A., E. Birkelbach und W. Heuwieser (2000):**
Serum progesterone levels in post-partum dairy cows after repeated application of prostaglandin F2a analogue D (+) cloprostenol sodium.
J. Vet. Med., **A 47**, 213-220
- Van Saun, R. J. (2000):**
Blood profiles as indicators of nutritional status.
<http://www.wcds.afns.ualberta.ca/Proceedings/2000/Chapter33.htm>
- Van Saun, R. J. (2004):**
Metabolic profiling to assess health risk in transition dairy cows.
12th International Conference on Production Diseases in Farm Animals, East Lansing, Michigan, USA,

Van Winden, S. C. L., R. Jorritsma, K. E. Müller und J. P. T. M. Noordhuizen (2003):

Feed intake, milk yield, and metabolic parameters prior to left displaced abomasum in dairy cows.

J. Dairy Sci., **86**, 1465-1471

Vandehaar, M. J., G. Yousif, B. K. Sharma, T. H. Herdt, R. S. Emery, M. S. Allen und J. S. Liesman (1999):

Effect of energy and protein density of prepartum diets on fat and protein metabolism of dairy cattle in the periparturient period.

J. Dairy Sci., **82**, 1282-1295

Villa-Godoy, A., T. L. Hughes, T. S. Emery, L. T. Chapin und R. L. Fogwell (1988):

Association between energy balance and luteal function in lactation dairy cows.

J. Dairy Sci., **71**, 1063-1072

Wallace, R. L., G. C. McCoy, T. R. Overton und J. H. Clark (2005):

Effect of metabolic disease on dry matter consumption and production parameters.

<http://www.traill.uiuc.edu/dairynet/paperDisplay.cfm?Type=paper&ContentID=240>

Wehrend, A., und H. Bostedt (2004):

Zusammenhang zwischen Involution der Zervix und des Uterus beim Rind in den ersten 10 Tagen post partum.

Wien. tierärztl. Monatsschr., **91**, 99-102

Wehrend, A., und H. Bostedt (2005):

Delayed ovulation in dairy cows: Influence of actual energy supply and milk yield.

Schweiz. Arch. Tierheilk., **147**, 83-84

West, H. J. (1990):

Effect on liver function of acetonemia and the fat cow syndrome in cattle.

Res. Vet. Sci., **48**, 221-227

8 ANHANG

Tab. 12: AP (U/I) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

Woche	Alter der Kuh	Zyklusbeginn	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=10	64,4	57,0	91,8	0,031
		≤2 Wochen	n=16	92,4	78,9	108,3	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=11	139,0	107,0	217,0	0,858
		≤2 Wochen	n=7	159,0	114,0	211,0	
-1	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=10	67,4	64,5	90,5	0,008
		≤2 Wochen	n=19	93,3	78,6	120,0	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=13	176,0	136,5	194,5	0,094
		≤2 Wochen	n=8	139,5	116,0	163,8	
0	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=10	74,1	67,6	98,7	0,064
		≤2 Wochen	n=20	99,2	84,1	106,8	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=13	141,0	104,5	174,0	0,022
		≤2 Wochen	n=8	98,9	93,7	129,5	
1	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=10	68,9	57,2	80,7	0,045
		≤2 Wochen	n=20	83,6	69,6	87,8	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=12	91,7	87,8	112,5	0,468
		≤2 Wochen	n=8	90,3	69,1	107,0	
2	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=10	67,8	55,3	77,8	0,164
		≤2 Wochen	n=20	76,2	70,1	86,0	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=12	93,5	87,8	118,0	0,753
		≤2 Wochen	n=8	100,2	72,7	112,5	
3	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=10	59,9	55,4	79,6	0,128
		≤2 Wochen	n=20	73,4	64,9	82,3	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=13	101,0	94,9	121,0	0,466
		≤2 Wochen	n=8	100,7	79,2	126,3	
4	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=10	64,6	51,9	69,2	0,005
		≤2 Wochen	n=19	74,8	67,8	79,7	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=13	106,0	97,3	124,5	0,408
		≤2 Wochen	n=8	100,1	80,9	126,0	
5	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=9	65,2	55,9	69,2	0,021
		≤2 Wochen	n=20	76,0	70,7	81,7	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=13	111,0	88,1	130,0	0,602
		≤2 Wochen	n=8	96,6	77,9	141,0	
6	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=9	63,1	60,4	75,5	0,060
		≤2 Wochen	n=20	73,7	66,0	82,5	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=13	111,0	87,9	132,0	0,874
		≤2 Wochen	n=8	101,0	84,4	134,3	
7	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=9	70,5	58,3	76,4	0,339
		≤2 Wochen	n=20	73,7	64,5	82,6	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=13	110,0	92,4	134,5	0,707
		≤2 Wochen	n=8	117,0	76,6	130,8	
8	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=9	74,6	61,4	86,9	0,429
		≤2 Wochen	n=20	79,7	62,2	88,4	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=13	117,0	96,2	137,5	0,866
		≤2 Wochen	n=8	110,0	77,4	145,3	
9	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=9	70,4	55,6	92,1	0,529
		≤2 Wochen	n=20	81,9	67,0	91,7	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=13	116,0	89,0	142,5	0,563
		≤2 Wochen	n=8	108,0	82,5	131,5	
10	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=9	68,3	60,9	98,4	0,557
		≤2 Wochen	n=20	79,7	68,3	97,4	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=13	108,0	88,0	128,5	0,679
		≤2 Wochen	n=8	114,0	85,2	145,0	
12	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=9	80,5	65,3	91,9	0,837
		≤2 Wochen	n=19	81,2	66,8	96,9	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=13	106,0	87,9	127,5	0,550
		≤2 Wochen	n=8	119,5	87,1	152,8	

Fortsetzung Tab. 12: AP (U/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

14	> 3 Jahre	>2 Wochen	n=8	83,7	66,8	98,1	1,000
		≤2 Wochen	n=20	81,7	62,7	101,1	
	< 3 Jahre	>2 Wochen	n=13	112,0	89,9	135,5	0,734
		≤2 Wochen	n=8	117,5	92,4	142,5	

Tab. 13: AST (U/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

Woche	Zyklusbeginn	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	>2 Wochen	n=21	60,0	54,7	71,2	0,005
	≤2 Wochen	n=23	73,3	65,5	84,7	
-1	>2 Wochen	n=23	72,2	62,3	82,2	0,871
	≤2 Wochen	n=27	68,2	58,5	80,7	
0	>2 Wochen	n=23	96,0	76,8	113,0	0,341
	≤2 Wochen	n=28	102,0	86,6	119,5	
1	>2 Wochen	n=23	101,0	76,1	138,0	0,920
	≤2 Wochen	n=28	114,0	75,4	126,0	
2	>2 Wochen	n=23	91,9	72,6	126,0	0,345
	≤2 Wochen	n=28	100,9	86,5	123,0	
3	>2 Wochen	n=23	77,8	66,4	111,0	0,113
	≤2 Wochen	n=28	95,1	82,1	115,0	
4	>2 Wochen	n=23	83,5	64,6	107,0	0,042
	≤2 Wochen	n=28	95,9	83,0	107,8	
5	>2 Wochen	n=22	72,6	53,6	93,1	0,283
	≤2 Wochen	n=28	83,0	72,9	91,9	
6	>2 Wochen	n=22	74,7	58,3	88,8	0,235
	≤2 Wochen	n=28	79,0	71,9	101,5	
7	>2 Wochen	n=22	88,9	71,7	97,9	0,388
	≤2 Wochen	n=28	84,5	63,9	90,0	
8	>2 Wochen	n=22	91,9	79,2	103,8	0,292
	≤2 Wochen	n=28	83,7	60,8	102,4	
9	>2 Wochen	n=22	97,8	87,6	110,3	0,786
	≤2 Wochen	n=28	93,0	73,4	113,8	
10	>2 Wochen	n=22	104,5	90,2	112,0	0,021
	≤2 Wochen	n=28	91,7	67,3	102,5	
12	>2 Wochen	n=22	94,2	86,2	107,0	0,809
	≤2 Wochen	n=27	97,8	75,4	109,0	
14	>2 Wochen	n=21	90,8	82,0	102,0	0,692
	≤2 Wochen	n=28	92,3	81,8	114,3	

Tab. 14: Bilirubin (µmol/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

Woche	Zyklusbeginn	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	>2 Wochen	n=21	6,7390	5,2937	5,2937	0,238
	≤2 Wochen	n=23	6,2259	2,5656	2,5656	
-1	>2 Wochen	n=23	6,5850	6,1403	6,1403	0,010
	≤2 Wochen	n=27	5,9180	2,9077	2,9077	
0	>2 Wochen	n=23	9,7664	7,9020	7,9020	0,028
	≤2 Wochen	n=28	7,7396	5,7769	5,7769	
1	>2 Wochen	n=23	8,0218	6,2259	6,2259	0,199
	≤2 Wochen	n=28	6,9186	5,7640	5,7640	
2	>2 Wochen	n=23	6,8587	6,1574	6,1574	0,161
	≤2 Wochen	n=28	6,3969	5,4220	5,4220	
3	>2 Wochen	n=23	7,2008	5,9180	5,9180	0,402
	≤2 Wochen	n=28	6,4739	5,6743	5,6743	
4	>2 Wochen	n=23	6,1574	5,7127	5,7127	0,504
	≤2 Wochen	n=28	6,1745	5,3749	5,3749	
5	>2 Wochen	n=22	6,5081	5,9607	5,9607	0,456
	≤2 Wochen	n=28	6,4482	4,6737	4,6737	

Fortsetzung Tab. 14: Bilirubin ($\mu\text{mol/l}$) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

6	>2 Wochen	n=22	6,5679	5,3963	7,4616	0,934
	≤2 Wochen	n=28	6,3028	5,2509	7,9833	
7	>2 Wochen	n=22	6,0377	5,4049	7,2393	0,168
	≤2 Wochen	n=28	6,5508	5,6828	7,6626	
8	>2 Wochen	n=22	6,1061	5,6529	7,7481	0,184
	≤2 Wochen	n=28	5,7127	5,0243	7,3205	
9	>2 Wochen	n=22	5,7469	4,9217	6,5979	0,252
	≤2 Wochen	n=28	6,0292	5,4519	6,6962	
10	>2 Wochen	n=22	5,8752	5,1740	6,3841	0,412
	≤2 Wochen	n=28	5,9778	5,3364	7,2008	
12	>2 Wochen	n=22	5,5160	5,2253	5,9992	0,111
	≤2 Wochen	n=27	6,0548	5,2167	6,9784	
14	>2 Wochen	n=21	5,6443	4,9858	6,9357	0,362
	≤2 Wochen	n=28	5,4476	4,5155	6,2002	

Tab. 15: BHB (mmol/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

Woche	Zyklusbeginn	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	>2 Wochen	n=21	,70	,41	,75	0,303
	≤2 Wochen	n=23	,56	,48	,62	
-1	>2 Wochen	n=23	,65	,57	,91	0,417
	≤2 Wochen	n=27	,63	,52	,74	
0	>2 Wochen	n=23	,74	,66	1,02	0,208
	≤2 Wochen	n=28	,84	,74	1,21	
1	>2 Wochen	n=23	,90	,74	1,39	0,270
	≤2 Wochen	n=28	1,25	,75	1,98	
2	>2 Wochen	n=23	,73	,55	1,46	0,037
	≤2 Wochen	n=28	1,00	,69	2,78	
3	>2 Wochen	n=23	,69	,56	1,75	0,023
	≤2 Wochen	n=28	1,05	,76	2,59	
4	>2 Wochen	n=23	,75	,62	,96	0,385
	≤2 Wochen	n=28	,76	,59	1,57	
5	>2 Wochen	n=22	,72	,55	,91	0,076
	≤2 Wochen	n=28	1,06	,64	1,84	
6	>2 Wochen	n=22	,72	,58	1,07	0,861
	≤2 Wochen	n=28	,76	,57	1,14	
7	>2 Wochen	n=22	,82	,61	1,01	0,605
	≤2 Wochen	n=28	,77	,64	1,47	
8	>2 Wochen	n=22	,64	,54	,91	0,036
	≤2 Wochen	n=28	,86	,60	1,34	
9	>2 Wochen	n=22	,68	,55	1,14	0,873
	≤2 Wochen	n=28	,76	,53	1,01	
10	>2 Wochen	n=22	,74	,60	1,06	0,340
	≤2 Wochen	n=28	,72	,55	,91	
12	>2 Wochen	n=22	,65	,52	,79	0,468
	≤2 Wochen	n=27	,70	,56	,89	
14	>2 Wochen	n=21	,71	,58	,96	0,432
	≤2 Wochen	n=28	,70	,56	,84	

Tab. 16: GLDH (U/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

Woche	Zyklusbeginn	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	>2 Wochen	n=21	5,50	4,05	9,59	0,026
	≤2 Wochen	n=23	8,29	6,30	10,60	
-1	>2 Wochen	n=23	5,02	3,99	7,95	0,262
	≤2 Wochen	n=27	6,63	4,47	7,92	
0	>2 Wochen	n=23	6,52	3,68	11,60	0,049
	≤2 Wochen	n=28	10,16	6,85	15,78	

Fortsetzung Tab. 16: GLDH (U/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

1	>2 Wochen	n=23	10,10	4,88	16,50	0,097
	≤2 Wochen	n=28	12,80	9,04	15,43	
2	>2 Wochen	n=23	9,46	7,35	14,00	0,195
	≤2 Wochen	n=28	13,05	8,45	21,30	
3	>2 Wochen	n=23	8,48	6,26	13,00	0,015
	≤2 Wochen	n=28	11,35	8,82	18,38	
4	>2 Wochen	n=23	9,17	6,89	12,60	0,026
	≤2 Wochen	n=28	11,90	8,92	14,38	
5	>2 Wochen	n=22	9,45	7,25	13,20	0,380
	≤2 Wochen	n=28	9,97	8,28	13,28	
6	>2 Wochen	n=22	10,45	7,68	13,53	0,254
	≤2 Wochen	n=28	11,00	8,59	16,48	
7	>2 Wochen	n=22	9,13	7,40	11,88	0,122
	≤2 Wochen	n=28	10,65	8,27	14,43	
8	>2 Wochen	n=22	10,31	8,83	12,70	0,541
	≤2 Wochen	n=28	10,75	8,29	16,08	
9	>2 Wochen	n=22	11,55	7,82	14,98	0,818
	≤2 Wochen	n=28	10,25	8,67	17,97	
10	>2 Wochen	n=22	11,65	9,18	14,23	0,683
	≤2 Wochen	n=28	11,30	8,52	14,60	
12	>2 Wochen	n=22	11,00	8,85	15,28	0,223
	≤2 Wochen	n=27	13,30	9,31	18,80	
14	>2 Wochen	n=21	14,10	10,25	15,15	0,888
	≤2 Wochen	n=28	12,70	9,90	19,25	

Tab. 17: GGT (U/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

Woche	Zyklusbeginn	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	>2 Wochen	n=21	12,2	10,2	17,0	0,047
	≤2 Wochen	n=23	17,3	11,8	21,0	
-1	>2 Wochen	n=23	12,4	10,6	16,5	0,185
	≤2 Wochen	n=27	14,2	11,3	19,0	
0	>2 Wochen	n=23	13,3	11,4	14,4	0,045
	≤2 Wochen	n=28	16,1	11,9	20,5	
1	>2 Wochen	n=23	13,0	11,8	15,7	0,304
	≤2 Wochen	n=28	14,2	12,3	19,8	
2	>2 Wochen	n=23	12,5	11,5	15,1	0,091
	≤2 Wochen	n=28	14,5	13,0	20,4	
3	>2 Wochen	n=23	13,7	12,7	14,8	0,107
	≤2 Wochen	n=28	15,1	12,3	19,9	
4	>2 Wochen	n=23	13,6	12,4	14,8	0,164
	≤2 Wochen	n=28	14,4	12,4	19,0	
5	>2 Wochen	n=22	12,7	11,5	13,9	0,036
	≤2 Wochen	n=28	14,0	13,1	15,9	
6	>2 Wochen	n=22	13,4	11,8	14,0	0,143
	≤2 Wochen	n=28	14,3	12,7	16,8	
7	>2 Wochen	n=22	12,7	12,2	14,6	0,280
	≤2 Wochen	n=28	13,7	12,5	14,9	
8	>2 Wochen	n=22	13,8	12,4	15,0	0,477
	≤2 Wochen	n=28	12,9	12,0	14,2	
9	>2 Wochen	n=22	13,6	12,1	15,1	0,576
	≤2 Wochen	n=28	14,0	12,7	14,8	
10	>2 Wochen	n=22	13,7	12,4	15,8	0,920
	≤2 Wochen	n=28	13,8	12,6	14,7	
12	>2 Wochen	n=22	13,8	12,8	15,3	0,648
	≤2 Wochen	n=27	13,7	11,9	15,2	
14	>2 Wochen	n=21	13,1	12,2	14,9	0,039
	≤2 Wochen	n=28	14,6	14,1	15,7	

Tab. 18: Veränderung des rechten Horndurchmessers (cm) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

Woche	Zyklusbeginn	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 bis 0	>2 Wochen	n=0	.	.	.	-
	≤2 Wochen	n=0	.	.	.	
1	>2 Wochen	n=1	,22	,22	,22	1,000
	≤2 Wochen	n=1	1,71	1,71	1,71	0,048
2	>2 Wochen	n=5	-,14	-,22	,35	0,615
	≤2 Wochen	n=8	-,49	-,84	-,21	
3	>2 Wochen	n=17	-,17	-,29	,07	0,794
	≤2 Wochen	n=21	,05	-,50	,28	
4	>2 Wochen	n=20	-,16	-,29	,06	0,355
	≤2 Wochen	n=20	-,18	-,48	,19	
5	>2 Wochen	n=20	,11	-,17	,37	0,958
	≤2 Wochen	n=18	-,01	-,39	,34	
6	>2 Wochen	n=20	-,09	-,33	,37	0,888
	≤2 Wochen	n=23	-,06	-,24	,09	
7	>2 Wochen	n=18	,05	-,33	,22	0,951
	≤2 Wochen	n=18	,03	-,20	,22	
8	>2 Wochen	n=11	-,13	-,37	,30	0,655
	≤2 Wochen	n=11	-,06	-,36	,12	
9	>2 Wochen	n=8	-,09	-,19	,51	0,245
	≤2 Wochen	n=6	-,10	-,31	,10	
10	>2 Wochen	n=7	-,16	-,20	,30	0,801
	≤2 Wochen	n=1	-,64	-,64	-,64	
12	>2 Wochen	n=4	,00	-,27	,48	-
	≤2 Wochen	n=1	,48	,48	,48	
14	>2 Wochen	n=2	,12	,03	.	
	≤2 Wochen	n=0	.	.	.	

Tab. 19: Energiebedarf (MJ NEL) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

Woche	Zyklusbeginn	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	>2 Wochen	n=0	.	.	.	-
	≤2 Wochen	n=0	.	.	.	
0	>2 Wochen	n=1	115,6	115,6	115,6	1,000
	≤2 Wochen	n=5	96,0	37,7	159,6	0,027
1	>2 Wochen	n=9	123,9	107,2	149,1	
	≤2 Wochen	n=18	161,0	122,8	175,1	0,012
2	>2 Wochen	n=15	122,1	106,0	149,4	
	≤2 Wochen	n=21	154,7	126,8	164,5	0,038
3	>2 Wochen	n=19	122,7	107,5	154,3	
	≤2 Wochen	n=25	160,3	126,5	164,8	0,041
4	>2 Wochen	n=20	127,4	105,6	148,8	
	≤2 Wochen	n=25	151,2	119,3	161,3	0,048
5	>2 Wochen	n=19	130,1	110,4	150,3	
	≤2 Wochen	n=27	145,5	124,0	155,9	0,065
6	>2 Wochen	n=17	133,5	105,0	148,3	
	≤2 Wochen	n=25	149,5	125,1	158,7	0,058
7	>2 Wochen	n=18	128,3	108,7	149,3	
	≤2 Wochen	n=28	141,8	119,3	159,2	0,162
8	>2 Wochen	n=18	127,7	109,6	150,3	
	≤2 Wochen	n=26	144,0	127,4	153,8	0,117
9	>2 Wochen	n=17	127,8	109,3	149,9	
	≤2 Wochen	n=25	146,6	122,5	158,5	0,047
10	>2 Wochen	n=19	125,9	107,2	141,9	
	≤2 Wochen	n=24	141,8	122,0	152,7	0,078
12	>2 Wochen	n=18	120,3	104,8	135,8	
	≤2 Wochen	n=24	133,5	118,7	148,0	0,006
14	>2 Wochen	n=15	114,5	105,5	129,2	
	≤2 Wochen	n=22	134,3	115,7	142,4	

Tab. 20: Energieaufnahme (MJ NEL) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

Woche	Zyklusbeginn	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	>2 Wochen	n=0	.	.	.	-
	≤2 Wochen	n=0	.	.	.	
0	>2 Wochen	n=1	58,0	58,0	58,0	0,335
	≤2 Wochen	n=5	83,7	74,3	93,2	
1	>2 Wochen	n=9	71,7	63,3	95,3	0,036
	≤2 Wochen	n=18	95,2	79,6	104,8	
2	>2 Wochen	n=15	76,4	69,2	99,9	0,024
	≤2 Wochen	n=21	102,8	88,6	119,8	
3	>2 Wochen	n=19	100,1	80,0	121,2	0,100
	≤2 Wochen	n=25	110,3	94,2	137,2	
4	>2 Wochen	n=20	107,0	88,4	121,0	0,180
	≤2 Wochen	n=25	111,1	99,2	139,3	
5	>2 Wochen	n=19	113,3	93,9	139,1	0,752
	≤2 Wochen	n=27	121,7	95,8	137,9	
6	>2 Wochen	n=17	112,4	105,5	135,9	0,450
	≤2 Wochen	n=25	129,8	103,5	145,6	
7	>2 Wochen	n=18	115,0	105,0	131,2	0,586
	≤2 Wochen	n=28	129,9	97,0	145,0	
8	>2 Wochen	n=18	114,9	105,2	124,1	0,363
	≤2 Wochen	n=26	130,3	105,0	149,2	
9	>2 Wochen	n=17	119,6	103,5	132,5	0,574
	≤2 Wochen	n=25	132,8	99,5	146,0	
10	>2 Wochen	n=19	113,7	98,0	128,8	0,059
	≤2 Wochen	n=24	125,1	109,7	149,9	
12	>2 Wochen	n=18	113,3	103,3	135,0	0,112
	≤2 Wochen	n=24	132,4	108,0	153,9	
14	>2 Wochen	n=15	117,9	110,9	127,7	0,017
	≤2 Wochen	n=22	135,0	120,4	159,9	

Tab. 21: Trockenmasseaufnahme (kg) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

Woche	Zyklusbeginn	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	>2 Wochen	n=13	8,2	6,5	10,4	0,000
	≤2 Wochen	n=19	12,8	11,3	14,3	
-1	>2 Wochen	n=16	7,8	6,1	9,5	0,000
	≤2 Wochen	n=20	12,0	10,1	13,5	
0	>2 Wochen	n=5	8,6	6,9	10,9	0,010
	≤2 Wochen	n=14	12,2	11,1	12,9	
1	>2 Wochen	n=16	10,0	8,6	15,8	0,024
	≤2 Wochen	n=21	13,9	11,7	15,6	
2	>2 Wochen	n=19	11,7	9,9	14,8	0,052
	≤2 Wochen	n=25	15,1	12,1	17,6	
3	>2 Wochen	n=20	13,7	10,1	16,6	0,047
	≤2 Wochen	n=25	15,6	13,5	19,3	
4	>2 Wochen	n=21	14,6	12,0	17,0	0,100
	≤2 Wochen	n=26	16,2	14,2	19,7	
5	>2 Wochen	n=19	15,8	13,5	19,5	0,657
	≤2 Wochen	n=27	17,6	13,4	19,4	
6	>2 Wochen	n=18	16,0	15,0	18,7	0,236
	≤2 Wochen	n=25	18,2	14,7	20,8	
7	>2 Wochen	n=19	16,5	14,2	18,0	0,445
	≤2 Wochen	n=28	18,8	14,0	20,6	
8	>2 Wochen	n=19	16,3	15,0	17,0	0,288
	≤2 Wochen	n=28	18,4	15,0	20,9	
9	>2 Wochen	n=18	16,7	14,6	18,5	0,373
	≤2 Wochen	n=28	18,7	15,0	20,5	
10	>2 Wochen	n=21	16,1	13,6	17,9	0,016
	≤2 Wochen	n=26	18,0	15,7	20,7	

Fortsetzung Tab. 21: Trockenmasseaufnahme (kg) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

12	>2 Wochen	n=20	16,4	14,6	19,3	0,071
	≤2 Wochen	n=26	18,7	16,3	21,7	
14	>2 Wochen	n=19	16,6	15,1	18,2	0,004
	≤2 Wochen	n=26	19,1	17,2	22,8	

Tab. 22: Milchleistung (kg) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

Woche	Zyklusbeginn	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	>2 Wochen	n=0	.	.	.	-
	≤2 Wochen	n=0	.	.	.	
0	>2 Wochen	n=9	18,1	14,3	25,3	0,064
	≤2 Wochen	n=10	26,7	17,8	39,1	
1	>2 Wochen	n=21	21,2	17,2	31,1	0,016
	≤2 Wochen	n=25	31,0	24,2	36,8	
2	>2 Wochen	n=23	24,0	19,0	33,8	0,030
	≤2 Wochen	n=27	32,5	25,1	37,9	
3	>2 Wochen	n=23	26,6	19,6	38,8	0,072
	≤2 Wochen	n=28	35,9	26,4	41,5	
4	>2 Wochen	n=23	28,5	22,2	37,9	0,066
	≤2 Wochen	n=28	36,3	26,5	40,7	
5	>2 Wochen	n=22	29,8	25,3	35,9	0,039
	≤2 Wochen	n=28	35,0	27,7	42,1	
6	>2 Wochen	n=22	32,9	24,7	36,6	0,223
	≤2 Wochen	n=28	34,4	25,9	41,7	
7	>2 Wochen	n=22	31,5	25,2	37,3	0,075
	≤2 Wochen	n=28	35,9	28,8	41,8	
8	>2 Wochen	n=22	31,6	25,2	36,6	0,093
	≤2 Wochen	n=28	36,2	29,9	42,4	
9	>2 Wochen	n=22	30,5	25,5	37,5	0,087
	≤2 Wochen	n=28	36,6	28,8	42,0	
10	>2 Wochen	n=22	29,1	23,6	34,3	0,034
	≤2 Wochen	n=28	33,4	29,2	41,0	
12	>2 Wochen	n=22	29,7	25,0	31,9	0,114
	≤2 Wochen	n=27	30,3	27,9	38,8	
14	>2 Wochen	n=21	28,6	24,1	31,5	0,155
	≤2 Wochen	n=28	30,5	26,4	35,5	

Tab. 23: Harnstoffgehalt in der Milch (mmol/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

Woche	Zyklusbeginn	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	>2 Wochen	n=0	.	.	.	-
	≤2 Wochen	n=0	.	.	.	
0	>2 Wochen	n=16	5,36	4,85	6,03	0,115
	≤2 Wochen	n=24	4,45	3,88	5,72	
1	>2 Wochen	n=23	4,92	4,49	5,51	0,081
	≤2 Wochen	n=28	4,42	3,84	5,26	
2	>2 Wochen	n=22	4,78	4,38	4,99	0,028
	≤2 Wochen	n=28	4,23	3,78	4,71	
3	>2 Wochen	n=23	4,91	4,34	5,47	0,241
	≤2 Wochen	n=28	4,52	4,12	5,21	
4	>2 Wochen	n=23	4,89	4,44	5,56	0,595
	≤2 Wochen	n=28	4,87	4,36	5,27	
5	>2 Wochen	n=22	5,20	4,59	5,43	0,735
	≤2 Wochen	n=28	5,12	4,48	5,85	
6	>2 Wochen	n=22	5,10	4,63	5,73	0,560
	≤2 Wochen	n=28	5,12	4,30	5,67	
7	>2 Wochen	n=22	5,15	4,65	5,51	0,600
	≤2 Wochen	n=28	5,27	4,57	5,70	

Fortsetzung Tab. 23: Harnstoffgehalt in der Milch (mmol/l) in Abhängigkeit vom Zyklusbeginn

8	>2 Wochen	n=22	5,27	4,41	5,53	0,699
	≤2 Wochen	n=28	5,03	4,54	5,82	
9	>2 Wochen	n=22	5,45	4,86	6,00	0,389
	≤2 Wochen	n=28	5,32	4,38	5,93	
10	>2 Wochen	n=22	5,44	4,85	5,59	0,153
	≤2 Wochen	n=28	4,93	4,54	6,03	
12	>2 Wochen	n=21	5,23	4,62	5,84	0,922
	≤2 Wochen	n=27	5,16	4,50	6,31	
14	>2 Wochen	n=20	5,62	5,15	6,28	0,178
	≤2 Wochen	n=28	5,13	4,64	6,12	

Tab. 24: AP (U/l) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)

Woche	Alter der Kuh	BE	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P ≤
-2	≥ 3 Jahre	nein	n=14	72,0	58,0	94,4	0,030
		ja	n=12	94,7	83,3	118,8	
	< 3 Jahre	nein	n=7	143,0	91,6	195,0	0,426
		ja	n=11	168,0	114,0	219,0	
-1	≥ 3 Jahre	nein	n=15	75,9	64,7	93,3	0,009
		ja	n=14	96,2	84,6	120,0	
	< 3 Jahre	nein	n=8	139,5	117,5	178,0	0,364
		ja	n=13	174,0	136,0	194,5	
0	≥ 3 Jahre	nein	n=15	86,4	67,9	111,0	0,345
		ja	n=15	101,0	77,5	106,0	
	< 3 Jahre	nein	n=8	100,9	90,1	129,5	0,067
		ja	n=13	141,0	104,0	155,0	
1	≥ 3 Jahre	nein	n=15	81,0	65,2	87,0	0,905
		ja	n=15	80,6	63,8	86,1	
	< 3 Jahre	nein	n=8	91,0	72,1	97,6	0,325
		ja	n=12	96,6	80,0	112,5	
2	≥ 3 Jahre	nein	n=15	75,8	60,0	87,4	0,415
		ja	n=15	71,4	62,7	80,8	
	< 3 Jahre	nein	n=8	100,2	84,3	105,0	0,836
		ja	n=12	92,1	81,6	121,8	
3	> 3 Jahre	nein	n=15	69,9	58,5	86,9	0,936
		ja	n=15	73,2	63,4	77,0	
	< 3 Jahre	nein	n=8	103,2	88,0	111,0	0,449
		ja	n=13	101,0	93,9	130,0	
4	> 3 Jahre	nein	n=15	67,8	60,4	79,7	0,469
		ja	n=14	73,0	65,9	77,8	
	< 3 Jahre	nein	n=8	96,1	80,3	118,3	0,118
		ja	n=13	111,0	97,3	130,5	
5	> 3 Jahre	nein	n=14	71,1	62,6	75,9	0,404
		ja	n=15	76,3	61,6	81,7	
	< 3 Jahre	nein	n=8	94,1	70,4	140,3	0,307
		ja	n=13	111,0	90,9	130,0	
6	> 3 Jahre	nein	n=14	67,4	62,8	76,0	0,255
		ja	n=15	75,7	66,7	82,2	
	< 3 Jahre	nein	n=8	99,0	79,6	134,3	0,605
		ja	n=13	111,0	87,9	132,0	
7	> 3 Jahre	nein	n=14	68,2	62,3	82,2	0,512
		ja	n=15	76,9	65,8	81,4	
	< 3 Jahre	nein	n=8	105,0	78,4	129,3	0,273
		ja	n=13	118,0	92,4	139,0	
8	> 3 Jahre	nein	n=14	74,7	63,2	85,7	0,768
		ja	n=15	82,1	60,6	88,1	
	< 3 Jahre	nein	n=8	110,0	77,0	136,5	0,415
		ja	n=13	121,0	96,2	142,5	

Fortsetzung Tab. 24: AP (U/l) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)

9	> 3 Jahre	nein	n=14	70,8	64,1	96,0	0,815
		ja	n=15	80,5	63,6	93,1	
	< 3 Jahre	nein	n=8	104,5	78,8	145,8	0,388
		ja	n=13	116,0	89,0	133,0	
10	> 3 Jahre	nein	n=14	75,7	62,5	103,0	0,880
		ja	n=15	80,5	68,0	94,3	
	< 3 Jahre	nein	n=8	106,0	80,7	135,8	0,564
		ja	n=13	112,0	88,0	138,5	
12	> 3 Jahre	nein	n=14	78,6	66,1	94,4	0,806
		ja	n=14	81,8	66,4	93,4	
	< 3 Jahre	nein	n=8	108,5	89,7	139,0	0,917
		ja	n=13	120,0	86,2	128,5	
14	> 3 Jahre	nein	n=14	81,5	64,0	100,3	0,992
		ja	n=14	82,3	63,9	99,2	
	< 3 Jahre	nein	n=8	119,0	90,4	140,0	0,706
		ja	n=13	112,0	91,2	131,0	

Tab. 25: AST (U/l) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)

Woche	BE	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	nein	n=21	70,3	59,0	83,6	0,449
	ja	n=23	66,7	58,9	80,0	
-1	nein	n=23	72,2	58,5	84,7	0,703
	ja	n=27	68,2	60,0	80,0	
0	nein	n=23	95,5	80,7	113,0	0,622
	ja	n=28	101,5	83,6	118,5	
1	nein	n=23	117,0	96,4	130,0	0,141
	ja	n=28	85,5	74,4	125,3	
2	nein	n=23	106,0	83,3	124,0	0,339
	ja	n=28	95,7	73,4	124,5	
3	nein	n=23	105,0	81,3	117,0	0,027
	ja	n=28	84,7	66,7	98,9	
4	nein	n=23	97,0	83,9	119,0	0,039
	ja	n=28	83,4	67,1	95,8	
5	nein	n=22	89,3	69,7	98,0	0,040
	ja	n=28	74,9	56,8	87,0	
6	nein	n=22	79,2	57,9	98,2	0,975
	ja	n=28	77,0	68,4	88,7	
7	nein	n=22	86,3	64,6	107,3	0,639
	ja	n=28	86,2	70,6	90,8	
8	nein	n=22	90,6	74,8	107,8	0,336
	ja	n=28	83,7	63,5	101,6	
9	nein	n=22	98,0	86,1	115,5	0,593
	ja	n=28	92,3	78,1	110,0	
10	nein	n=22	89,2	65,5	107,5	0,308
	ja	n=28	98,4	89,8	107,0	
12	nein	n=22	91,0	67,9	106,3	0,174
	ja	n=27	97,8	87,4	109,0	
14	nein	n=22	88,5	73,8	108,3	0,344
	ja	n=27	90,8	83,0	107,0	

Tab. 26: β -Carotin ($\mu\text{g/l}$) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)

Woche	BE		<2000	2000-3000	>3000	Gesamt	P <
-2	nein	Anzahl % von BE	2 10,5%	10 52,6%	7 36,8%	19 100,0%	0,285

Fortsetzung Tab. 26: β -Carotin ($\mu\text{g/l}$) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)

-1	ja	Anzahl	7	10	5	22	1,000
		% von BE	31,8%	45,5%	22,7%	100,0%	
		Gesamt	9	20	12	41	
0	nein	% von BE	22,0%	48,8%	29,3%	100,0%	0,030
		Anzahl	5	10	6	21	
		% von BE	23,8%	47,6%	28,6%	100,0%	
1	ja	Anzahl	5	11	8	24	1,000
		% von BE	20,8%	45,8%	33,3%	100,0%	
		Gesamt	10	21	14	45	
2	nein	% von BE	22,2%	46,7%	31,1%	100,0%	0,030
		Anzahl	6	14	1	21	
		% von BE	28,6%	66,7%	4,8%	100,0%	
3	ja	Anzahl	7	10	9	26	1,000
		% von BE	26,9%	38,5%	34,6%	100,0%	
		Gesamt	13	24	10	47	
4	nein	% von BE	27,7%	51,1%	21,3%	100,0%	1,000
		Anzahl	11	9	3	23	
		% von BE	47,8%	39,1%	13,0%	100,0%	
5	ja	Anzahl	13	9	4	26	1,000
		% von BE	50,0%	34,6%	15,4%	100,0%	
		Gesamt	24	18	7	49	
6	nein	% von BE	49,0%	36,7%	14,3%	100,0%	1,000
		Anzahl	13	7	3	23	
		% von BE	56,5%	30,4%	13,0%	100,0%	
7	ja	Anzahl	15	9	3	27	0,652
		% von BE	55,6%	33,3%	11,1%	100,0%	
		Gesamt	28	16	6	50	
8	nein	% von BE	56,0%	32,0%	12,0%	100,0%	0,652
		Anzahl	11	9	3	23	
		% von BE	47,8%	39,1%	13,0%	100,0%	
9	ja	Anzahl	14	8	6	28	1,000
		% von BE	50,0%	28,6%	21,4%	100,0%	
		Gesamt	25	17	9	51	
10	nein	% von BE	49,0%	33,3%	17,6%	100,0%	1,000
		Anzahl	10	10	3	23	
		% von BE	43,5%	43,5%	13,0%	100,0%	
11	ja	Anzahl	13	11	3	27	0,317
		% von BE	48,1%	40,7%	11,1%	100,0%	
		Gesamt	23	21	6	50	
12	nein	% von BE	46,0%	42,0%	12,0%	100,0%	0,317
		Anzahl	10	9	3	22	
		% von BE	45,5%	40,9%	13,6%	100,0%	
13	ja	Anzahl	8	11	9	28	0,292
		% von BE	28,6%	39,3%	32,1%	100,0%	
		Gesamt	18	20	12	50	
14	nein	% von BE	36,0%	40,0%	24,0%	100,0%	0,292
		Anzahl	8	10	4	22	
		% von BE	36,4%	45,5%	18,2%	100,0%	
15	ja	Anzahl	6	19	3	28	0,080
		% von BE	21,4%	67,9%	10,7%	100,0%	
		Gesamt	14	29	7	50	
16	nein	% von BE	28,0%	58,0%	14,0%	100,0%	0,080
		Anzahl	7	8	7	22	
		% von BE	31,8%	36,4%	31,8%	100,0%	
17	ja	Anzahl	7	18	3	28	100,0%
		% von BE	25,0%	64,3%	10,7%	100,0%	
		Gesamt	14	26	10	50	
18	nein	% von BE	28,0%	52,0%	20,0%	100,0%	100,0%
		Anzahl	7	14	4	25	
		% von BE	28,0%	52,0%	20,0%	100,0%	

Fortsetzung Tab. 26: β -Carotin ($\mu\text{g/l}$) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)

8	nein	Anzahl	4	11	7	22	0,867
		% von BE	18,2%	50,0%	31,8%	100,0%	
	ja	Anzahl	6	15	7	28	
		% von BE	21,4%	53,6%	25,0%	100,0%	
		Gesamt	10	26	14	50	
		% von BE	20,0%	52,0%	28,0%	100,0%	
9	nein	Anzahl	7	11	4	22	0,734
		% von BE	31,8%	50,0%	18,2%	100,0%	
	ja	Anzahl	7	17	4	28	
		% von BE	25,0%	60,7%	14,3%	100,0%	
		Gesamt	14	28	8	50	
		% von BE	28,0%	56,0%	16,0%	100,0%	
10	nein	Anzahl	4	12	4	20	0,848
		% von BE	20,0%	60,0%	20,0%	100,0%	
	ja	Anzahl	4	17	7	28	
		% von BE	14,3%	60,7%	25,0%	100,0%	
		Gesamt	8	29	11	48	
		% von BE	16,7%	60,4%	22,9%	100,0%	
12	nein	Anzahl	7	6	7	20	0,005
		% von BE	35,0%	30,0%	35,0%	100,0%	
	ja	Anzahl	8	18	1	27	
		% von BE	29,6%	66,7%	3,7%	100,0%	
		Gesamt	15	24	8	47	
		% von BE	31,9%	51,1%	17,0%	100,0%	
14	nein	Anzahl	7	8	3	18	0,606
		% von BE	38,9%	44,4%	16,7%	100,0%	
	ja	Anzahl	6	14	6	26	
		% von BE	23,1%	53,8%	23,1%	100,0%	
		Gesamt	13	22	9	44	
		% von BE	29,5%	50,0%	20,5%	100,0%	

Tab. 27: IGF-I (nmol/l) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)

Woche	BE	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	nein	n=22	14,87	9,70	22,90	0,052
	ja	n=23	20,49	17,06	31,18	
-1	nein	n=23	14,35	7,78	19,09	0,028
	ja	n=27	20,30	14,48	28,24	
0	nein	n=23	7,13	2,35	11,83	0,051
	ja	n=28	10,23	5,80	18,42	
1	nein	n=23	6,37	3,76	10,92	0,161
	ja	n=27	9,31	3,99	17,91	
2	nein	n=23	6,90	4,15	10,75	0,003
	ja	n=27	10,52	7,52	17,81	
3	nein	n=23	6,67	4,87	11,54	0,027
	ja	n=28	11,59	7,16	19,46	
4	nein	n=23	8,20	5,95	10,49	0,001
	ja	n=27	13,01	9,28	23,43	
5	nein	n=22	7,93	3,69	13,19	0,022
	ja	n=28	11,77	9,00	20,71	
6	nein	n=22	10,41	5,12	13,73	0,010
	ja	n=28	14,36	8,40	21,15	
7	nein	n=22	7,96	5,38	14,53	0,002
	ja	n=28	15,67	10,15	20,79	
8	nein	n=22	10,10	6,26	15,24	0,130
	ja	n=28	11,75	8,82	20,32	
9	nein	n=22	10,85	5,58	15,88	0,041
	ja	n=28	14,45	9,14	22,84	

Fortsetzung Tab. 27: IGF-I (nmol/l) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)

10	nein	n=22	9,23	5,54	14,36	0,064
	ja	n=28	13,07	7,92	21,60	
12	nein	n=22	8,56	5,34	14,85	0,013
	ja	n=27	13,99	9,81	21,15	
14	nein	n=22	11,26	6,92	16,94	0,198
	ja	n=27	12,22	8,82	22,58	

Tab. 28: Zervixdurchmesser (cm) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)

Woche	BE	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	nein	n=0	.	.	.	-
	ja	n=0	.	.	.	
0	nein	n=3	5,26	4,63	.	0,374
	ja	n=9	4,37	3,51	5,81	
1	nein	n=22	5,28	4,44	6,26	0,014
	ja	n=25	4,52	3,93	5,22	
2	nein	n=23	4,24	3,70	5,01	0,881
	ja	n=27	4,32	3,78	4,65	
3	nein	n=23	3,51	3,14	4,31	0,998
	ja	n=28	3,78	3,24	4,30	
4	nein	n=23	3,21	2,90	3,85	0,928
	ja	n=26	3,41	2,83	3,89	
5	nein	n=22	3,36	2,85	3,67	0,245
	ja	n=27	3,07	2,79	3,39	
6	nein	n=22	3,09	2,83	3,44	0,167
	ja	n=25	2,86	2,44	3,43	
7	nein	n=18	2,88	2,52	3,48	0,812
	ja	n=19	3,02	2,69	3,32	
8	nein	n=11	3,26	2,51	3,81	0,912
	ja	n=12	3,18	2,99	3,54	
9	nein	n=11	2,89	2,47	3,57	0,483
	ja	n=4	2,93	2,41	3,13	
10	nein	n=8	3,39	3,19	4,34	0,671
	ja	n=1	4,24	4,24	4,24	
12	nein	n=4	3,25	2,71	3,57	0,411
	ja	n=1	2,12	2,12	2,12	
14	nein	n=2	2,67	2,58	.	
	ja	n=0	.	.	.	-

Tab. 29: Veränderung des Zervixdurchmessers in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)

Woche	BE	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 bis 0	nein	n=0	.	.	.	-
	ja	n=0	.	.	.	
1	nein	n=3	-,18	-2,05	.	0,629
	ja	n=8	-,70	-2,42	,86	
2	nein	n=22	-,92	-1,67	-,40	0,014
	ja	n=24	-,23	-,84	,11	
3	nein	n=23	-,67	-1,09	-,18	0,654
	ja	n=27	-,53	-1,09	,00	
4	nein	n=23	-,28	-,67	-,03	0,435
	ja	n=26	-,11	-,78	,25	
5	nein	n=22	-,07	-,39	,13	0,544
	ja	n=25	-,11	-,86	,35	
6	nein	n=22	-,07	-,49	,23	0,559
	ja	n=25	-,25	-,48	,13	
7	nein	n=18	-,03	-,51	,35	0,596
	ja	n=19	,07	-,42	,32	

Fortsetzung Tab. 29: Veränderung des Zervixdurchmessers in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)

8	nein	n=11	,06	-,26	,60	0,789
	ja	n=12	-,03	-,40	,64	
9	nein	n=11	-,01	-,81	,31	0,340
	ja	n=4	-,50	-1,33	,05	
10	nein	n=8	,36	,06	,82	0,221
	ja	n=1	1,49	1,49	1,49	
12	nein	n=4	,12	-,57	,49	0,391
	ja	n=1	-2,12	-2,12	-2,12	
14	nein	n=2	-,19	-,56	.	-
	ja	n=0	.	.	.	

Tab. 30: Laktosegehalt in der Milch (%) in Abhängigkeit von Brunsteinleitung (BE)

Woche	BE	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	nein	n=0	.	.	.	-
	ja	n=0	.	.	.	
0	nein	n=17	4,28	4,05	4,48	0,022
	ja	n=23	4,47	4,33	4,63	
1	nein	n=23	4,55	4,29	4,72	0,254
	ja	n=28	4,62	4,49	4,71	
2	nein	n=23	4,70	4,53	4,81	0,043
	ja	n=27	4,76	4,70	4,88	
3	nein	n=23	4,72	4,58	4,85	0,028
	ja	n=28	4,84	4,70	4,93	
4	nein	n=23	4,79	4,64	4,96	0,673
	ja	n=28	4,82	4,69	4,93	
5	nein	n=22	4,82	4,65	4,89	0,305
	ja	n=28	4,80	4,73	4,94	
6	nein	n=22	4,79	4,65	4,93	0,376
	ja	n=28	4,84	4,72	4,94	
7	nein	n=22	4,83	4,75	4,95	1,000
	ja	n=28	4,83	4,76	4,90	
8	nein	n=22	4,80	4,73	4,93	0,219
	ja	n=28	4,87	4,80	4,94	
9	nein	n=22	4,85	4,69	4,92	1,000
	ja	n=28	4,84	4,72	4,93	
10	nein	n=22	4,83	4,63	4,94	0,778
	ja	n=28	4,83	4,74	4,93	
12	nein	n=21	4,82	4,69	4,98	0,972
	ja	n=27	4,81	4,75	4,91	
14	nein	n=22	4,74	4,66	4,86	0,720
	ja	n=26	4,78	4,67	4,87	

Tab. 31: AST (U/l) in Abhängigkeit von Ovarialzysten

Woche	Ovarialzysten	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	nein	n=34	67,3	58,4	83,0	0,861
	ja	n=10	69,1	59,0	83,5	
-1	nein	n=38	67,8	59,0	79,0	0,387
	ja	n=12	75,6	58,3	86,8	
0	nein	n=39	97,7	83,4	113,0	0,508
	ja	n=12	104,0	79,7	125,5	
1	nein	n=39	97,1	75,7	126,0	0,052
	ja	n=12	120,0	99,5	165,5	
2	nein	n=39	94,2	74,7	123,0	0,087
	ja	n=12	111,5	87,0	146,3	

Fortsetzung Tab. 31: AST (U/l) in Abhängigkeit von Ovarialzysten

3	nein	n=39	87,1	67,8	105,0	0,021
	ja	n=12	108,5	88,6	138,5	
4	nein	n=39	84,7	67,1	97,0	0,035
	ja	n=12	107,0	87,0	118,5	
5	nein	n=38	75,7	55,2	91,3	0,046
	ja	n=12	89,9	82,7	97,9	
6	nein	n=38	76,4	64,2	98,4	0,307
	ja	n=12	83,0	76,6	90,7	
7	nein	n=38	85,9	63,3	92,9	0,388
	ja	n=12	88,3	82,4	96,4	
8	nein	n=38	87,2	65,4	106,3	0,854
	ja	n=12	83,2	74,2	102,5	
9	nein	n=38	97,8	78,4	115,5	0,451
	ja	n=12	93,0	81,8	105,0	
10	nein	n=38	97,5	79,1	107,0	0,907
	ja	n=12	92,0	73,9	110,0	
12	nein	n=37	95,5	86,1	109,0	0,804
	ja	n=12	92,2	82,8	107,3	
14	nein	n=37	90,8	82,2	108,5	0,768
	ja	n=12	90,9	81,5	102,8	

Tab. 32: CK (U/l) in Abhängigkeit von Ovarialzysten

Woche	Ovarialzysten	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P ≤
-2	nein	n=33	51,6	34,5	66,3	0,399
	ja	n=9	67,8	31,2	96,5	
-1	nein	n=38	54,7	36,9	72,4	0,145
	ja	n=12	40,8	29,4	55,2	
0	nein	n=39	65,0	53,2	89,8	0,307
	ja	n=12	78,4	57,9	94,7	
1	nein	n=39	56,3	44,1	86,8	0,110
	ja	n=12	103,9	43,0	316,0	
2	nein	n=39	58,6	45,5	78,8	0,041
	ja	n=12	76,6	65,8	130,5	
3	nein	n=39	61,4	46,9	77,6	0,372
	ja	n=12	69,9	52,3	96,5	
4	nein	n=39	68,3	50,0	92,8	0,787
	ja	n=12	69,2	55,7	80,8	
5	nein	n=38	68,7	49,1	93,9	0,196
	ja	n=12	53,6	49,9	70,6	
6	nein	n=38	69,3	47,9	92,0	0,196
	ja	n=12	53,6	48,9	68,3	
7	nein	n=38	70,2	48,7	92,3	0,926
	ja	n=12	63,2	55,7	97,7	
8	nein	n=38	73,8	55,8	93,0	0,627
	ja	n=12	66,1	55,5	79,0	
9	nein	n=38	75,7	62,3	91,7	0,527
	ja	n=12	84,4	60,1	155,8	
10	nein	n=38	77,3	62,7	93,7	0,282
	ja	n=12	77,3	49,0	90,0	
12	nein	n=37	84,5	56,0	105,5	0,392
	ja	n=12	87,0	67,3	113,0	
14	nein	n=37	72,0	56,9	89,5	0,774
	ja	n=12	73,9	58,0	79,8	

Tab. 33: rechter Horndurchmesser (cm) in Abhängigkeit von Ovarialzysten

Woche	Ovarialzysten	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	nein	n=0	.	.	.	-
	ja	n=0	.	.	.	
0	nein	n=1	1,94	1,94	1,94	-
	ja	n=0	.	.	.	
1	nein	n=7	2,19	2,05	2,49	0,037
	ja	n=6	1,79	1,56	2,07	
2	nein	n=29	1,77	1,55	2,02	0,503
	ja	n=10	1,87	1,60	2,22	
3	nein	n=34	1,70	1,46	1,81	0,512
	ja	n=10	1,70	1,53	2,14	
4	nein	n=33	1,48	1,25	1,67	0,008
	ja	n=9	1,91	1,60	2,04	
5	nein	n=36	1,58	1,41	1,87	0,545
	ja	n=9	1,71	1,46	1,85	
6	nein	n=35	1,58	1,40	1,76	0,776
	ja	n=12	1,58	1,44	1,80	
7	nein	n=27	1,60	1,22	1,96	0,937
	ja	n=9	1,58	1,31	1,72	
8	nein	n=16	1,66	1,46	1,78	0,857
	ja	n=7	1,59	1,18	1,83	
9	nein	n=9	1,65	1,39	1,92	0,902
	ja	n=5	1,67	1,44	1,79	
10	nein	n=5	1,51	1,25	1,66	0,185
	ja	n=4	1,73	1,55	1,83	
12	nein	n=4	1,83	1,35	2,00	0,394
	ja	n=1	1,20	1,20	1,20	
14	nein	n=1	1,45	1,45	1,45	1,000
	ja	n=1	1,24	1,24	1,24	

Tab. 34: Laktosegehalt in der Milch (%) in Abhängigkeit von Ovarialzysten

Woche	Ovarialzysten	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	nein	n=0	.	.	.	-
	ja	n=0	.	.	.	
0	nein	n=30	4,42	4,23	4,62	0,055
	ja	n=10	4,16	3,88	4,47	
1	nein	n=39	4,62	4,51	4,73	0,00
	ja	n=12	4,41	4,15	4,59	
2	nein	n=39	4,73	4,65	4,88	0,032
	ja	n=11	4,61	4,46	4,74	
3	nein	n=39	4,84	4,70	4,91	0,018
	ja	n=12	4,62	4,46	4,79	
4	nein	n=39	4,84	4,71	4,95	0,003
	ja	n=12	4,62	4,40	4,79	
5	nein	n=38	4,86	4,74	4,93	0,006
	ja	n=12	4,73	4,55	4,79	
6	nein	n=38	4,84	4,73	4,95	0,017
	ja	n=12	4,75	4,54	4,83	
7	nein	n=38	4,83	4,75	4,95	0,430
	ja	n=12	4,82	4,77	4,85	
8	nein	n=38	4,86	4,77	4,97	0,183
	ja	n=12	4,80	4,73	4,92	
9	nein	n=38	4,86	4,72	4,94	0,267
	ja	n=12	4,82	4,62	4,90	
10	nein	n=38	4,83	4,73	4,94	0,714
	ja	n=12	4,84	4,59	4,94	
12	nein	n=36	4,83	4,74	4,95	0,252
	ja	n=12	4,78	4,62	4,89	

Fortsetzung Tab. 34: Laktosegehalt in der Milch (%) in Abhängigkeit von Ovarialzysten

14	nein	n=36	4,78	4,68	4,88	0,111
	ja	n=12	4,72	4,54	4,82	

Tab. 35: Fett-Eiweiß-Quotient in Abhängigkeit von Ovarialzysten

Woche	Ovarialzysten	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	nein	n=0	.	.	.	-
	ja	n=0	.	.	.	
0	nein	n=30	1,18291	1,02509	1,36025	0,139
	ja	n=10	1,34464	1,14161	1,55559	
1	nein	n=39	1,07120	,97614	1,28904	0,177
	ja	n=12	1,27753	,99953	1,49222	
2	nein	n=39	,96653	,80276	1,13665	0,044
	ja	n=11	1,11605	,90582	1,29392	
3	nein	n=39	,88845	,80000	1,04386	0,206
	ja	n=12	,96792	,80362	1,60803	
4	nein	n=39	,79816	,68327	,88367	0,042
	ja	n=12	,87895	,81270	1,16608	
5	nein	n=38	,80607	,68695	,90607	0,159
	ja	n=12	,89261	,79467	1,02998	
6	nein	n=38	,77344	,66117	,88943	0,373
	ja	n=12	,78927	,73235	,94051	
7	nein	n=38	,75105	,65676	,85004	0,222
	ja	n=12	,80485	,70672	,92510	
8	nein	n=38	,76920	,70286	,86006	0,676
	ja	n=12	,80913	,71821	,88905	
9	nein	n=38	,78904	,70002	,88177	0,409
	ja	n=12	,72486	,67162	,84660	
10	nein	n=38	,77347	,69251	,84772	0,349
	ja	n=12	,81336	,72733	,92112	
12	nein	n=36	,73094	,64327	,82497	0,137
	ja	n=12	,81689	,68142	,92221	
14	nein	n=36	,76943	,65890	,85171	0,659
	ja	n=12	,76846	,70004	,92152	

Tab. 36: Retentio secundinarum in Abhängigkeit von Ovarialzysten

Retentio secundinarum		Ovarialzysten		Gesamt	P <
		nein	ja		
nein	Anzahl	36	8	44	0,044
	% von Retentio secundinarum	81,8%	18,2%	100,0%	
ja	Anzahl	3	4	7	
	% von Retentio secundinarum	42,9%	57,1%	100,0%	
Gesamt		39	12	51	
% von Retentio secundinarum		76,5%	23,5%	100,0%	

Tab. 37: FFS (µmol/l) in Abhängigkeit von Uterusrückbildung

Woche	Uterusrückbildung	Gültige N	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	>3 Wochen	N=20	361	200	487	0,260
	≤3 Wochen	N=24	235	138	355	
0	>3 Wochen	N=23	826	555	1056	0,714
	≤3 Wochen	N=28	703	507	1178	
2	>3 Wochen	N=23	517	397	869	0,788
	≤3 Wochen	N=28	511	422	629	

Fortsetzung Tab. 37: FFS ($\mu\text{mol/l}$) in Abhängigkeit von Uterusrückbildung

4	>3 Wochen	N=23	500	374	726	0,036
	≤ 3 Wochen	N=28	388	236	541	
6	>3 Wochen	N=23	371	263	545	0,469
	≤ 3 Wochen	N=26	289	231	549	
8	>3 Wochen	N=22	373	224	496	0,059
	≤ 3 Wochen	N=27	236	175	321	

Tab. 38: BHB (mmol/l) in Abhängigkeit von Uterusrückbildung

Woche	Uterusrückbildung	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	>3 Wochen	n=20	,60	,53	,72	0,567
	≤ 3 Wochen	n=24	,57	,40	,74	
-1	>3 Wochen	n=23	,71	,60	,91	0,026
	≤ 3 Wochen	n=27	,58	,51	,68	
0	>3 Wochen	n=23	,92	,69	1,55	0,079
	≤ 3 Wochen	n=28	,77	,67	,87	
1	>3 Wochen	n=23	1,08	,73	1,96	0,688
	≤ 3 Wochen	n=28	1,07	,74	1,71	
2	>3 Wochen	n=23	1,05	,63	1,86	0,187
	≤ 3 Wochen	n=28	,79	,57	1,44	
3	>3 Wochen	n=23	,97	,67	2,73	0,412
	≤ 3 Wochen	n=28	,82	,59	1,29	
4	>3 Wochen	n=23	,95	,67	1,67	0,143
	≤ 3 Wochen	n=28	,74	,56	,97	
5	>3 Wochen	n=23	1,09	,67	1,82	0,016
	≤ 3 Wochen	n=27	,68	,52	1,05	
6	>3 Wochen	n=23	,79	,58	1,14	0,403
	≤ 3 Wochen	n=27	,66	,57	,99	
7	>3 Wochen	n=23	,89	,64	1,11	0,447
	≤ 3 Wochen	n=27	,72	,61	1,08	
8	>3 Wochen	n=23	,85	,65	1,21	0,070
	≤ 3 Wochen	n=27	,68	,53	,98	
9	>3 Wochen	n=23	,90	,61	1,05	0,137
	≤ 3 Wochen	n=27	,66	,51	1,03	
10	>3 Wochen	n=23	,75	,58	1,07	0,280
	≤ 3 Wochen	n=27	,68	,59	,87	
12	>3 Wochen	n=22	,81	,56	,92	0,020
	≤ 3 Wochen	n=27	,63	,47	,73	
14	>3 Wochen	n=22	,76	,67	,89	0,140
	≤ 3 Wochen	n=27	,61	,54	,90	

Tab. 39: Laktosegehalt in der Milch (%) in Abhängigkeit von Uterusrückbildung

Woche	Uterusrückbildung	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	>3 Wochen	n=0	.	.	.	-
	≤ 3 Wochen	n=0	.	.	.	
0	>3 Wochen	n=17	4,28	4,07	4,48	0,108
	≤ 3 Wochen	n=23	4,44	4,31	4,61	
1	>3 Wochen	n=23	4,57	4,29	4,64	0,056
	≤ 3 Wochen	n=28	4,62	4,49	4,75	
2	>3 Wochen	n=22	4,70	4,56	4,80	0,026
	≤ 3 Wochen	n=28	4,76	4,66	4,93	
3	>3 Wochen	n=23	4,73	4,56	4,88	0,338
	≤ 3 Wochen	n=28	4,83	4,66	4,92	
4	>3 Wochen	n=23	4,78	4,64	4,93	0,377
	≤ 3 Wochen	n=28	4,83	4,68	4,95	

Fortsetzung Tab. 39: Laktosegehalt in der Milch (%) in Abhängigkeit von Uterusrückbildung

5	>3 Wochen	n=23	4,78	4,68	4,88	0,152
	≤3 Wochen	n=27	4,86	4,75	4,94	
6	>3 Wochen	n=23	4,75	4,69	4,88	0,049
	≤3 Wochen	n=27	4,85	4,76	4,95	
7	>3 Wochen	n=23	4,81	4,75	4,89	0,216
	≤3 Wochen	n=27	4,84	4,76	4,98	
8	>3 Wochen	n=23	4,83	4,75	4,92	0,424
	≤3 Wochen	n=27	4,89	4,75	4,99	
9	>3 Wochen	n=23	4,79	4,71	4,91	0,321
	≤3 Wochen	n=27	4,86	4,78	4,94	
10	>3 Wochen	n=23	4,82	4,70	4,89	0,268
	≤3 Wochen	n=27	4,87	4,73	4,96	
12	>3 Wochen	n=22	4,79	4,71	4,88	0,133
	≤3 Wochen	n=26	4,87	4,73	4,98	
14	>3 Wochen	n=22	4,75	4,70	4,84	0,631
	≤3 Wochen	n=26	4,78	4,65	4,90	

Tab. 40: Fett-Eiweiß-Quotient in Abhängigkeit von Uterusrückbildung

Woche	Uterusrückbildung	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	>3 Wochen	n=0	.	.	.	-
	≤3 Wochen	n=0	.	.	.	
0	>3 Wochen	n=17	1,29535	1,09861	1,46894	0,705
	≤3 Wochen	n=23	1,27532	1,04110	1,44389	
1	>3 Wochen	n=23	1,58967	1,39201	1,76755	0,207
	≤3 Wochen	n=28	1,40039	1,28624	1,65900	
2	>3 Wochen	n=22	1,64605	1,43240	1,87237	0,050
	≤3 Wochen	n=28	1,43250	1,27966	1,66486	
3	>3 Wochen	n=23	1,55556	1,23435	1,77957	0,521
	≤3 Wochen	n=28	1,43387	1,31228	1,69218	
4	>3 Wochen	n=23	1,43208	1,25887	1,72954	0,163
	≤3 Wochen	n=28	1,28056	1,16726	1,48237	
5	>3 Wochen	n=23	1,47082	1,34515	1,68333	0,017
	≤3 Wochen	n=27	1,30811	1,15942	1,43860	
6	>3 Wochen	n=23	1,39011	1,21631	1,53396	0,056
	≤3 Wochen	n=27	1,22420	1,12121	1,39115	
7	>3 Wochen	n=23	1,33972	1,15781	1,50615	0,119
	≤3 Wochen	n=27	1,23118	1,11544	1,36928	
8	>3 Wochen	n=23	1,40374	1,21355	1,52708	0,106
	≤3 Wochen	n=27	1,24497	1,15335	1,38087	
9	>3 Wochen	n=23	1,28196	1,14474	1,53390	0,183
	≤3 Wochen	n=27	1,20791	1,10543	1,36232	
10	>3 Wochen	n=23	1,25402	1,13043	1,44040	0,779
	≤3 Wochen	n=27	1,26978	1,11073	1,45043	
12	>3 Wochen	n=22	1,21131	1,05213	1,47280	0,283
	≤3 Wochen	n=26	1,15217	1,01907	1,21962	
14	>3 Wochen	n=22	1,19150	1,06848	1,28106	0,107
	≤3 Wochen	n=26	1,10662	,93373	1,22061	

Tab. 41: Bilirubin (μmol/l) in Abhängigkeit von Uteruserkrankung

Woche	Uteruserkrankung	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	o.b.B. + GK1 + GK2	n=11	6,7390	1,8814	9,4072	0,634
	GK3 + GK4	n=33	6,5166	5,2937	8,0474	
-1	o.b.B. + GK1 + GK2	n=14	5,2680	3,0360	6,3627	0,007
	GK3 + GK4	n=36	6,6364	5,7170	9,3131	

Fortsetzung Tab. 41: Bilirubin ($\mu\text{mol/l}$) in Abhängigkeit von Uteruserkrankung

0	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	7,0126	5,2338	8,1757	0,007
	GK3 + GK4	n=36	9,5526	6,9057	12,0711	
1	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	7,0126	5,1312	8,4323	0,091
	GK3 + GK4	n=36	7,9961	6,0206	10,0785	
2	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	5,5930	2,5656	7,2008	0,010
	GK3 + GK4	n=36	6,7817	6,1617	8,1714	
3	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	6,4824	4,8062	7,6455	0,265
	GK3 + GK4	n=36	7,0725	5,9436	8,1757	
4	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	5,8667	3,8484	7,7139	0,480
	GK3 + GK4	n=36	6,1916	5,7213	7,1623	
5	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	6,4653	5,1141	7,0982	0,415
	GK3 + GK4	n=35	6,5166	5,6443	8,1586	
6	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	6,3627	5,6956	8,2441	0,760
	GK3 + GK4	n=35	6,5679	5,2167	7,5771	
7	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	6,3969	5,4562	7,2008	0,621
	GK3 + GK4	n=35	6,1232	5,6614	7,4231	
8	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	6,3114	5,0628	7,4573	0,621
	GK3 + GK4	n=35	5,9009	5,2338	7,3718	
9	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	6,1403	5,4049	6,8587	0,374
	GK3 + GK4	n=35	5,8838	5,2680	6,5166	
10	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	5,9009	5,4049	7,2521	0,479
	GK3 + GK4	n=35	5,8838	4,8917	6,4824	
12	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	6,5850	5,2851	7,7823	0,077
	GK3 + GK4	n=34	5,6956	5,2039	6,2002	
14	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	5,7298	4,9944	6,4482	0,619
	GK3 + GK4	n=34	5,4220	4,7977	6,3883	

Tab. 42: GLDH (U/l) in Abhängigkeit von Uteruserkrankung

Woche	Uteruserkrankung	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	o.b.B. + GK1 + GK2	n=11	7,60	6,30	11,80	0,053
	GK3 + GK4	n=33	5,90	4,41	9,75	
-1	o.b.B. + GK1 + GK2	n=14	7,27	4,51	10,95	0,080
	GK3 + GK4	n=36	5,57	4,25	7,36	
0	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	14,80	6,30	23,70	0,017
	GK3 + GK4	n=36	7,84	4,88	11,48	
1	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	13,10	7,25	18,40	0,445
	GK3 + GK4	n=36	11,15	6,85	14,90	
2	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	12,90	8,96	26,20	0,113
	GK3 + GK4	n=36	9,73	7,21	15,40	
3	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	10,50	8,48	12,30	0,943
	GK3 + GK4	n=36	10,60	6,85	17,18	
4	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	10,10	8,34	14,00	0,603
	GK3 + GK4	n=36	10,50	7,56	14,08	
5	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	9,88	8,23	13,40	0,602
	GK3 + GK4	n=35	9,53	7,46	12,90	
6	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	10,80	8,85	13,60	0,798
	GK3 + GK4	n=35	10,90	7,76	15,40	
7	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	10,50	8,98	14,50	0,283
	GK3 + GK4	n=35	9,00	7,62	12,70	
8	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	11,20	8,13	13,70	0,955
	GK3 + GK4	n=35	10,30	8,46	14,70	
9	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	10,20	9,67	18,80	0,583
	GK3 + GK4	n=35	10,90	7,89	15,20	
10	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	10,30	8,91	13,60	0,638
	GK3 + GK4	n=35	12,60	8,95	14,80	
12	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	10,70	9,44	15,80	0,864
	GK3 + GK4	n=34	13,15	8,85	17,15	
14	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	11,90	10,20	17,40	0,852
	GK3 + GK4	n=34	13,95	10,12	16,67	

Tab. 43: GGT (U/l) in Abhängigkeit von Uteruserkrankung

Woche	Uteruserkrankung	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	o.b.B. + GK1 + GK2	n=11	19,0	11,7	21,0	0,178
	GK3 + GK4	n=33	12,8	10,8	17,9	
-1	o.b.B. + GK1 + GK2	n=14	17,5	12,1	21,5	0,032
	GK3 + GK4	n=36	12,5	10,9	16,7	
0	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	17,0	14,4	24,0	0,010
	GK3 + GK4	n=36	13,3	11,5	16,4	
1	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	18,0	13,4	23,1	0,006
	GK3 + GK4	n=36	13,0	11,8	15,0	
2	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	17,8	14,2	27,0	0,003
	GK3 + GK4	n=36	13,5	11,8	15,0	
3	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	16,2	13,3	24,0	0,040
	GK3 + GK4	n=36	14,0	12,0	15,4	
4	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	14,3	12,5	19,6	0,295
	GK3 + GK4	n=36	13,7	12,3	15,4	
5	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	13,9	13,0	15,5	0,171
	GK3 + GK4	n=35	13,3	11,2	14,4	
6	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	13,7	13,0	17,1	0,287
	GK3 + GK4	n=35	13,5	11,9	15,6	
7	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	13,9	12,7	14,9	0,201
	GK3 + GK4	n=35	12,8	11,9	14,9	
8	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	13,9	12,9	15,4	0,079
	GK3 + GK4	n=35	13,3	11,6	14,2	
9	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	14,1	13,1	15,2	0,073
	GK3 + GK4	n=35	13,5	12,1	14,8	
10	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	13,8	12,7	15,9	0,632
	GK3 + GK4	n=35	13,7	12,3	14,7	
12	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	13,6	11,9	16,3	0,621
	GK3 + GK4	n=34	13,8	12,8	15,0	
14	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	14,6	14,1	15,5	0,267
	GK3 + GK4	n=34	14,3	12,7	15,5	

Tab. 44: Laktosegehalt in der Milch (%) in Abhängigkeit von Uteruserkrankung

Woche	Uteruserkrankung	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	o.b.B. + GK1 + GK2	n=0	.	.	.	-
	GK3 + GK4	n=0	.	.	.	
0	o.b.B. + GK1 + GK2	n=12	4,57	4,13	4,64	0,286
	GK3 + GK4	n=28	4,34	4,14	4,47	
1	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	4,70	4,55	4,76	0,038
	GK3 + GK4	n=36	4,58	4,31	4,64	
2	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	4,76	4,70	4,93	0,112
	GK3 + GK4	n=35	4,72	4,56	4,85	
3	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	4,85	4,76	4,93	0,129
	GK3 + GK4	n=36	4,73	4,59	4,89	
4	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	4,84	4,72	4,93	0,290
	GK3 + GK4	n=36	4,78	4,66	4,94	
5	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	4,87	4,72	5,01	0,145
	GK3 + GK4	n=35	4,78	4,72	4,89	
6	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	4,83	4,69	4,97	0,640
	GK3 + GK4	n=35	4,84	4,71	4,93	
7	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	4,86	4,73	4,98	0,542
	GK3 + GK4	n=35	4,82	4,76	4,89	
8	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	4,92	4,79	4,99	0,141
	GK3 + GK4	n=35	4,84	4,75	4,92	
9	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	4,91	4,83	4,94	0,184
	GK3 + GK4	n=35	4,80	4,71	4,91	
10	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	4,93	4,78	4,97	0,093
	GK3 + GK4	n=35	4,82	4,68	4,90	

Fortsetzung Tab. 44: Laktosegehalt in der Milch (%) in Abhängigkeit von Uteruserkrankung

12	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	4,85	4,76	4,96	0,261
	GK3 + GK4	n=33	4,80	4,65	4,91	
14	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	4,82	4,65	4,87	0,504
	GK3 + GK4	n=33	4,75	4,69	4,85	

Tab. 45: Fett-Laktose-Quotient in Abhängigkeit von Uteruserkrankung

Woche	Uteruserkrankung	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	o.b.B. + GK1 + GK2	n=0	.	.	.	-
	GK3 + GK4	n=0	.	.	.	
0	o.b.B. + GK1 + GK2	n=12	1,05497	,98579	1,29857	0,044
	GK3 + GK4	n=28	1,28112	1,09440	1,39587	
1	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	1,04343	,89457	1,26761	0,193
	GK3 + GK4	n=36	1,13218	,99789	1,41094	
2	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	,96653	,78256	1,15907	0,574
	GK3 + GK4	n=35	1,00108	,83472	1,18318	
3	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	,85294	,81332	1,07025	0,483
	GK3 + GK4	n=36	,90289	,79382	1,06123	
4	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	,76732	,70821	,87805	0,508
	GK3 + GK4	n=36	,82312	,69509	,95793	
5	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	,71429	,65343	,91273	0,110
	GK3 + GK4	n=35	,84547	,78330	,94263	
6	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	,74500	,58982	,90264	0,439
	GK3 + GK4	n=35	,80167	,68889	,90618	
7	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	,74948	,58900	,80372	0,139
	GK3 + GK4	n=35	,77938	,69507	,89368	
8	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	,79121	,70317	,90180	0,967
	GK3 + GK4	n=35	,76851	,70779	,87252	
9	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	,79798	,71283	,88332	0,417
	GK3 + GK4	n=35	,76085	,66876	,85637	
10	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	,72284	,62134	,83988	0,328
	GK3 + GK4	n=35	,79673	,71241	,86674	
12	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	,71340	,60543	,82762	0,455
	GK3 + GK4	n=33	,75654	,66577	,84278	
14	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	,68672	,59274	,84728	0,296
	GK3 + GK4	n=33	,77928	,70667	,88693	

Tab. 46: Fett-Eiweiß-Quotient in Abhängigkeit von Uteruserkrankung

Woche	Uteruserkrankung	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	o.b.B. + GK1 + GK2	n=0	.	.	.	-
	GK3 + GK4	n=0	.	.	.	
0	o.b.B. + GK1 + GK2	n=12	1,17899	,89610	1,40065	0,534
	GK3 + GK4	n=28	1,32159	1,17167	1,48392	
1	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	1,35989	1,19848	1,66301	0,687
	GK3 + GK4	n=36	1,51649	1,34619	1,75510	
2	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	1,44833	1,31442	1,68975	0,027
	GK3 + GK4	n=35	1,55636	1,29725	1,74112	
3	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	1,50275	1,27787	1,75000	0,129
	GK3 + GK4	n=36	1,50605	1,31228	1,76678	
4	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	1,31514	1,18092	1,52602	0,049
	GK3 + GK4	n=36	1,36624	1,16357	1,67665	
5	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	1,25865	1,12630	1,59319	0,141
	GK3 + GK4	n=35	1,42078	1,28646	1,60503	
6	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	1,22420	1,07480	1,53396	0,425
	GK3 + GK4	n=35	1,27425	1,18699	1,50628	
7	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	1,25771	,95617	1,47809	0,147
	GK3 + GK4	n=35	1,31090	1,14208	1,48148	

Fortsetzung Tab. 46: Fett-Eiweiß-Quotient in Abhängigkeit von Uteruserkrankung

8	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	1,35154	1,15335	1,42053	0,645
	GK3 + GK4	n=35	1,30674	1,21355	1,52095	
9	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	1,28196	1,13417	1,46607	0,659
	GK3 + GK4	n=35	1,23937	1,13549	1,42251	
10	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	1,16382	,95023	1,45043	0,226
	GK3 + GK4	n=35	1,29984	1,13043	1,44378	
12	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	1,17638	,96711	1,24014	0,057
	GK3 + GK4	n=33	1,15488	1,07867	1,36252	
14	o.b.B. + GK1 + GK2	n=15	1,11032	,93590	1,23676	0,399
	GK3 + GK4	n=33	1,15282	1,07520	1,28815	

Tab. 47: Veränderung des BCS in Abhängigkeit von Uteruserkrankung

Messung	Uteruserkrankung	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
1	o.b.B.+o.b.B.+GK1+GK2	n=0	.	.	.	-
	GK3+GK4	n=0	.	.	.	
2	o.b.B.+GK1+GK2	n=12	,00	-,25	,19	0,793
	GK3+GK4	n=33	,00	-,25	,25	
3	o.b.B.+GK1+GK2	n=15	-,25	-,50	,00	0,007
	GK3+GK4	n=34	-,50	-,75	-,25	
4	o.b.B.+GK1+GK2	n=15	-,25	-,50	-,25	0,077
	GK3+GK4	n=33	-,25	-,25	,13	
5	o.b.B.+GK1+GK2	n=15	,00	-,25	,25	0,299
	GK3+GK4	n=34	,00	-,25	,00	
6	o.b.B.+GK1+GK2	n=15	,00	-,25	,25	0,880
	GK3+GK4	n=35	,00	-,25	,00	
7	o.b.B.+GK1+GK2	n=10	,00	,00	,25	1,000
	GK3+GK4	n=19	,00	,00	,25	
8	o.b.B.+GK1+GK2	n=10	-,25	-,25	,00	0,340
	GK3+GK4	n=18	,00	-,25	,25	
9	o.b.B.+GK1+GK2	n=15	,00	,00	,25	0,456
	GK3+GK4	n=34	,00	-,25	,25	

Tab. 48: Veränderung der RFD (mm) in Abhängigkeit von Uteruserkrankung

Messung	Uteruserkrankung	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
1	o.b.B.+GK1+GK2	n=0	.	.	.	-
	GK3+GK4	n=0	.	.	.	
2	o.b.B.+GK1+GK2	n=12	-2	-6	0	0,052
	GK3+GK4	n=33	-1	-2	1	
3	o.b.B.+GK1+GK2	n=14	-1	-2	5	0,025
	GK3+GK4	n=34	-3	-4	-1	
4	o.b.B.+GK1+GK2	n=14	-2	-3	0	0,371
	GK3+GK4	n=32	-1	-3	0	
5	o.b.B.+GK1+GK2	n=15	0	-3	0	0,697
	GK3+GK4	n=34	-1	-2	0	
6	o.b.B.+GK1+GK2	n=13	0	-2	1	0,354
	GK3+GK4	n=35	-1	-2	0	
7	o.b.B.+GK1+GK2	n=8	-1	-2	1	0,560
	GK3+GK4	n=19	0	-1	0	
8	o.b.B.+GK1+GK2	n=9	-2	-3	0	0,123
	GK3+GK4	n=19	0	-1	1	
9	o.b.B.+GK1+GK2	n=15	0	-1	3	0,077
	GK3+GK4	n=34	0	-1	0	

Tab. 49: AST (U/l) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)

Woche	BUZ	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	negativ	n=10	69,8	58,2	84,0	0,870
	positiv	n=18	69,2	60,1	84,2	
-1	negativ	n=12	71,3	61,3	84,5	0,946
	positiv	n=18	76,3	61,6	83,4	
0	negativ	n=13	117,0	100,5	127,5	0,006
	positiv	n=18	89,8	69,9	108,8	
1	negativ	n=13	121,0	76,5	135,0	0,634
	positiv	n=18	99,4	75,1	140,5	
2	negativ	n=13	104,0	72,8	126,5	1,000
	positiv	n=18	93,0	75,8	128,3	
3	negativ	n=13	93,0	67,7	107,0	0,255
	positiv	n=18	105,5	75,0	118,0	
4	negativ	n=13	91,0	80,8	108,0	0,768
	positiv	n=18	99,1	66,3	110,8	
5	negativ	n=13	81,7	64,8	96,2	0,868
	positiv	n=17	89,1	48,0	95,0	
6	negativ	n=13	82,0	73,3	90,3	0,899
	positiv	n=17	79,0	55,7	97,0	
7	negativ	n=13	87,9	65,9	90,6	0,810
	positiv	n=17	86,3	58,5	103,3	
8	negativ	n=13	82,1	73,5	94,3	0,384
	positiv	n=17	86,6	76,6	105,0	
9	negativ	n=13	91,4	69,9	103,5	0,120
	positiv	n=17	105,0	88,6	113,5	
10	negativ	n=13	104,0	77,9	110,0	0,415
	positiv	n=17	91,7	76,9	106,5	
12	negativ	n=13	88,8	81,2	102,0	0,504
	positiv	n=16	92,4	72,0	106,8	
14	negativ	n=13	90,8	81,6	108,0	0,230
	positiv	n=16	83,0	73,3	100,5	

Tab. 50: Bilirubin (µmol/l) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)

Woche	BUZ	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	negativ	n=10	5,9351	2,9504	7,5685	0,114
	positiv	n=18	6,7304	5,9907	8,7530	
-1	negativ	n=12	5,3193	2,9504	7,4360	0,052
	positiv	n=18	6,9528	6,1532	9,0010	
0	negativ	n=13	7,8678	5,5246	10,3565	0,039
	positiv	n=18	10,2367	8,3895	12,5800	
1	negativ	n=13	7,2350	6,0206	9,6124	0,155
	positiv	n=18	8,7059	7,4830	11,4682	
2	negativ	n=13	6,4995	5,2595	7,6369	0,597
	positiv	n=18	6,3883	6,0676	8,3639	
3	negativ	n=13	5,9180	5,3878	8,0902	0,081
	positiv	n=18	7,1495	6,3798	8,3596	
4	negativ	n=13	6,3285	4,4984	8,5178	0,760
	positiv	n=18	6,2515	5,7384	7,1110	
5	negativ	n=13	6,5508	5,1740	8,5520	0,529
	positiv	n=17	6,0890	5,5588	8,0474	
6	negativ	n=13	6,6877	5,0799	7,6797	0,532
	positiv	n=17	6,4995	5,2167	6,8673	
7	negativ	n=13	6,1061	5,8325	8,1586	0,975
	positiv	n=17	6,7390	5,6187	7,3889	
8	negativ	n=13	6,1574	5,4305	7,5685	0,408
	positiv	n=17	5,6614	5,1483	7,0554	

Fortsetzung Tab. 50: Bilirubin ($\mu\text{mol/l}$) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)

9	negativ	n=13	6,3969	5,4391	6,7732	0,769
	positiv	n=17	6,1745	5,0884	6,9528	
10	negativ	n=13	5,9351	4,8661	7,2264	0,574
	positiv	n=17	5,8838	5,0628	6,3883	
12	negativ	n=13	5,9351	5,3792	7,0126	0,080
	positiv	n=16	5,4476	5,0329	6,0847	
14	negativ	n=13	5,9351	5,1996	6,3370	0,143
	positiv	n=16	5,1654	4,7122	5,7469	

Tab. 51: BHB (mmol/l) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)

Woche	BUZ	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P \leq
-2	negativ	n=13	,72	,47	,85	0,014
	positiv	n=31	,57	,46	,70	
-1	negativ	n=15	,65	,56	,73	0,654
	positiv	n=35	,63	,55	,82	
0	negativ	n=15	,74	,69	,90	0,719
	positiv	n=36	,83	,69	1,39	
1	negativ	n=15	1,10	,57	1,42	0,649
	positiv	n=36	1,04	,74	1,92	
2	negativ	n=15	,88	,58	1,83	1,000
	positiv	n=36	,84	,62	1,62	
3	negativ	n=15	,80	,57	2,66	0,864
	positiv	n=36	,96	,63	1,89	
4	negativ	n=15	,74	,48	1,67	0,600
	positiv	n=36	,80	,63	1,10	
5	negativ	n=14	,75	,54	1,39	1,000
	positiv	n=36	,79	,63	1,23	
6	negativ	n=14	,77	,56	1,46	0,472
	positiv	n=36	,71	,58	,99	
7	negativ	n=14	,90	,69	1,20	0,754
	positiv	n=36	,74	,63	1,11	
8	negativ	n=14	,99	,54	1,34	0,292
	positiv	n=36	,73	,56	,97	
9	negativ	n=14	,90	,46	1,34	1,000
	positiv	n=36	,73	,59	,98	
10	negativ	n=14	,93	,69	1,18	0,461
	positiv	n=36	,68	,58	,83	
12	negativ	n=14	,60	,46	,97	0,125
	positiv	n=35	,68	,55	,82	
14	negativ	n=14	,67	,53	,84	0,737
	positiv	n=35	,71	,57	,90	

Tab. 52: IGF-I (nmol/l) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)

Woche	BUZ	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P \leq
-2	negativ	n=10	20,89	12,78	30,71	0,459
	positiv	n=18	18,16	10,84	24,10	
-1	negativ	n=12	18,81	13,87	28,71	0,271
	positiv	n=18	16,67	9,37	23,19	
0	negativ	n=13	12,39	8,40	18,79	0,047
	positiv	n=18	8,55	2,26	12,08	
1	negativ	n=13	11,34	3,73	18,56	0,154
	positiv	n=18	5,56	3,19	11,33	
2	negativ	n=12	11,37	8,16	18,21	0,018
	positiv	n=18	7,62	3,16	11,11	
3	negativ	n=13	12,55	5,98	18,76	0,165
	positiv	n=18	7,42	4,89	12,15	

Fortsetzung Tab. 52: IGF-I (nmol/l) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)

4	negativ	n=13	12,84	7,81	22,06	0,134
	positiv	n=18	8,97	5,75	12,52	
5	negativ	n=13	12,84	7,89	20,43	0,138
	positiv	n=17	7,94	4,61	13,27	
6	negativ	n=13	15,52	11,90	20,54	0,014
	positiv	n=17	10,23	5,80	13,55	
7	negativ	n=13	17,55	10,54	23,42	0,007
	positiv	n=17	8,40	6,00	13,56	
8	negativ	n=13	11,05	9,33	23,16	0,372
	positiv	n=17	11,05	5,49	18,11	
9	negativ	n=13	15,85	10,70	23,58	0,024
	positiv	n=17	9,84	6,34	14,51	
10	negativ	n=13	14,32	10,56	23,07	0,025
	positiv	n=17	8,60	5,92	14,18	
12	negativ	n=13	15,23	11,55	18,65	0,064
	positiv	n=16	9,69	5,54	11,79	
14	negativ	n=13	13,53	11,34	21,82	0,047
	positiv	n=16	10,70	7,43	13,25	

Tab. 53: Zervixdurchmesser (cm) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)

Woche	BUZ	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	negativ	n=0	.	.	.	-
	positiv	n=0	.	.	.	
0	negativ	n=3	6,42	2,23	.	1,000
	positiv	n=1	5,26	5,26	5,26	
1	negativ	n=12	4,72	4,03	5,19	0,026
	positiv	n=16	5,83	4,67	6,41	
2	negativ	n=12	4,15	3,44	4,84	0,219
	positiv	n=18	4,57	4,02	5,11	
3	negativ	n=13	3,32	2,72	4,07	0,013
	positiv	n=18	4,04	3,49	4,56	
4	negativ	n=13	3,35	2,79	3,93	0,190
	positiv	n=17	3,67	3,16	4,14	
5	negativ	n=13	3,00	2,60	3,33	0,030
	positiv	n=17	3,42	2,95	3,69	
6	negativ	n=13	2,86	2,19	3,23	0,031
	positiv	n=17	3,25	2,86	3,66	
7	negativ	n=11	2,44	2,23	3,21	0,014
	positiv	n=15	3,00	2,89	3,51	
8	negativ	n=6	3,09	2,75	3,22	0,629
	positiv	n=12	3,36	2,50	3,80	
9	negativ	n=3	2,82	2,47	.	0,897
	positiv	n=9	2,75	2,40	3,64	
10	negativ	n=1	2,54	2,54	2,54	0,283
	positiv	n=6	3,84	3,32	4,64	
12	negativ	n=1	3,14	3,14	3,14	0,663
	positiv	n=2	2,34	2,12	.	
14	negativ	n=1	2,58	2,58	2,58	1,000
	positiv	n=1	2,76	2,76	2,76	

Tab. 54: linker Horndurchmesser (cm) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)

Woche	BUZ	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 bis 0	negativ	n=0	.	.	.	-
	positiv	n=0	.	.	.	
1	negativ	n=3	2,03	1,44	.	1,000
	positiv	n=5	1,85	1,77	2,11	

Fortsetzung Tab. 54: linker Horndurchmesser (cm) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)

2	negativ	n=8	1,58	1,18	1,71	0,041
	positiv	n=16	1,81	1,64	2,19	
3	negativ	n=11	1,50	1,34	1,71	0,457
	positiv	n=17	1,61	1,43	1,78	
4	negativ	n=9	1,40	1,17	1,78	0,978
	positiv	n=16	1,39	1,29	1,64	
5	negativ	n=11	1,44	1,33	1,60	0,146
	positiv	n=16	1,60	1,42	1,92	
6	negativ	n=13	1,55	1,43	1,92	0,719
	positiv	n=17	1,65	1,45	1,88	
7	negativ	n=10	1,64	1,32	1,81	0,277
	positiv	n=15	1,75	1,40	2,05	
8	negativ	n=6	1,71	1,48	2,06	0,554
	positiv	n=12	1,50	1,08	2,01	
9	negativ	n=3	1,37	1,22	.	0,130
	positiv	n=8	1,69	1,58	1,94	
10	negativ	n=1	1,38	1,38	1,38	0,287
	positiv	n=6	1,71	1,51	2,01	
12	negativ	n=1	1,15	1,15	1,15	0,669
	positiv	n=2	1,91	1,78	.	
14	negativ	n=1	1,18	1,18	1,18	1,000
	positiv	n=1	1,53	1,53	1,53	

Tab. 55: Laktosegehalt in der Milch (%) in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)

Woche	BUZ	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P ≤
-2 und -1	negativ	n=0	.	.	.	-
	positiv	n=0	.	.	.	
0	negativ	n=12	4,53	4,34	4,72	0,008
	positiv	n=11	4,22	4,04	4,35	
1	negativ	n=13	4,65	4,32	4,77	0,080
	positiv	n=18	4,50	4,24	4,60	
2	negativ	n=12	4,83	4,69	4,91	0,008
	positiv	n=18	4,63	4,45	4,72	
3	negativ	n=13	4,85	4,74	4,92	0,018
	positiv	n=18	4,70	4,53	4,74	
4	negativ	n=13	4,90	4,61	4,95	0,183
	positiv	n=18	4,73	4,53	4,86	
5	negativ	n=13	4,88	4,74	4,95	0,236
	positiv	n=17	4,78	4,65	4,92	
6	negativ	n=13	4,85	4,71	4,92	0,474
	positiv	n=17	4,79	4,61	4,90	
7	negativ	n=13	4,85	4,78	4,93	0,439
	positiv	n=17	4,82	4,75	4,94	
8	negativ	n=13	4,88	4,82	4,97	0,151
	positiv	n=17	4,80	4,72	4,93	
9	negativ	n=13	4,91	4,78	4,95	0,114
	positiv	n=17	4,78	4,60	4,91	
10	negativ	n=13	4,89	4,82	4,95	0,122
	positiv	n=17	4,76	4,62	4,93	
12	negativ	n=12	4,90	4,80	4,97	0,109
	positiv	n=16	4,78	4,65	4,89	
14	negativ	n=13	4,81	4,74	4,88	0,067
	positiv	n=16	4,72	4,67	4,83	

Tab. 56: Fett-Laktose-Quotient in Abhängigkeit von BU-Zervixtupfer (BUZ)

Woche	BUZ	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2 und -1	negativ	n=0	.	.	.	-
	positiv	n=0	.	.	.	
0	negativ	n=12	1,14327	,99690	1,26303	0,008
	positiv	n=11	1,38119	1,29787	1,43796	
1	negativ	n=13	1,18391	,96349	1,50640	0,799
	positiv	n=18	1,18726	1,04478	1,32242	
2	negativ	n=12	,99800	,81796	1,13323	0,755
	positiv	n=18	,98795	,83261	1,24308	
3	negativ	n=13	,99380	,86661	1,06290	0,488
	positiv	n=18	,88767	,79020	1,12409	
4	negativ	n=13	,85324	,71584	1,00000	0,759
	positiv	n=18	,82312	,66594	,94847	
5	negativ	n=13	,90385	,80607	,98968	0,230
	positiv	n=17	,84547	,79477	,93211	
6	negativ	n=13	,86626	,75176	,96501	0,134
	positiv	n=17	,77688	,70430	,87544	
7	negativ	n=13	,85714	,72573	,95020	0,197
	positiv	n=17	,77734	,67209	,87068	
8	negativ	n=13	,79121	,70676	,85445	0,775
	positiv	n=17	,76851	,74318	,89847	
9	negativ	n=13	,79798	,72759	,92180	0,405
	positiv	n=17	,78074	,67932	,87111	
10	negativ	n=13	,80348	,76456	,86382	0,626
	positiv	n=17	,77465	,70299	,86704	
12	negativ	n=12	,82839	,72016	,92221	0,164
	positiv	n=16	,75427	,66013	,83561	
14	negativ	n=13	,79192	,72249	,88085	0,751
	positiv	n=16	,76846	,70469	,90789	

Tab. 57: BHB (mmol/l) in Abhängigkeit von Therapiedauer (TD)

Woche	TD (Wochen)	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	1	n=8	,74	,50	,85	0,049
	2	n=10	,49	,37	,62	
	≥3	n=12	,72	,54	,77	
-1	1	n=9	,73	,49	1,35	0,948
	2	n=11	,61	,58	,74	
	≥3	n=12	,65	,56	,88	
0	1	n=9	,85	,66	1,46	0,057
	2	n=11	,92	,78	1,98	
	≥3	n=13	,69	,55	,86	
1	1	n=9	1,25	,76	1,37	0,017
	2	n=11	1,63	,77	3,16	
	≥3	n=13	,78	,52	,99	
2	1	n=9	,85	,54	1,53	0,109
	2	n=11	1,05	,63	3,99	
	≥3	n=13	,71	,55	,92	
3	1	n=9	1,18	,63	2,06	0,041
	2	n=11	1,24	,72	2,97	
	≥3	n=13	,67	,56	,85	
4	1	n=9	,74	,48	1,14	0,155
	2	n=11	,95	,69	1,52	
	≥3	n=13	,69	,41	,96	
5	1	n=8	,79	,61	1,68	0,668
	2	n=11	,67	,54	1,09	
	≥3	n=13	,74	,64	1,19	

Fortsetzung Tab. 57: BHB (mmol/l) in Abhängigkeit von Therapiedauer (TD)

6	1	n=8	,79	,57	1,14	0,901
	2	n=11	,89	,57	,98	
	≥3	n=13	,79	,63	1,12	
7	1	n=8	,86	,69	1,16	0,517
	2	n=11	,97	,68	1,57	
	≥3	n=13	,75	,60	1,01	
8	1	n=8	,57	,43	,93	0,232
	2	n=11	,84	,62	1,39	
	≥3	n=13	,85	,63	1,31	
9	1	n=8	,57	,42	,71	0,070
	2	n=11	,72	,56	1,13	
	≥3	n=13	,94	,66	1,19	
10	1	n=8	,59	,55	,97	0,731
	2	n=11	,75	,58	,90	
	≥3	n=13	,72	,59	1,18	
12	1	n=8	,60	,40	,66	0,037
	2	n=10	,86	,66	1,04	
	≥3	n=13	,57	,47	,85	
14	1	n=8	,67	,54	,85	0,721
	2	n=10	,64	,60	1,03	
	≥3	n=13	,71	,61	,80	

Tab. 58: Trockenmasseaufnahme (kg) in Abhängigkeit von Therapiedauer (TD)

Woche	TD (Wochen)	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
-2	1	n=7	12,8	10,7	14,5	0,098
	2	n=6	8,9	6,1	14,4	
	≥3	n=7	9,2	6,7	10,0	
-1	1	n=7	11,8	9,2	13,0	0,143
	2	n=7	7,5	5,9	13,3	
	≥3	n=7	8,4	6,2	9,5	
0	1	n=2	11,9	11,6	.	0,492
	2	n=2	9,0	6,2	.	
	≥3	n=4	9,4	7,9	11,5	
1	1	n=9	13,9	11,2	16,5	0,141
	2	n=8	9,4	6,6	14,7	
	≥3	n=4	11,2	8,7	15,6	
2	1	n=9	15,1	14,3	18,5	0,021
	2	n=8	12,1	10,1	17,7	
	≥3	n=11	11,1	9,4	11,9	
3	1	n=9	17,5	15,4	19,8	0,043
	2	n=10	13,2	9,6	17,0	
	≥3	n=11	12,2	10,6	14,9	
4	1	n=8	18,2	16,9	19,7	0,003
	2	n=10	14,3	12,0	19,9	
	≥3	n=13	14,1	10,4	15,4	
5	1	n=8	18,7	17,2	20,4	0,022
	2	n=9	14,7	12,9	20,0	
	≥3	n=12	14,6	12,1	16,1	
6	1	n=8	18,6	12,8	20,8	0,814
	2	n=9	15,3	13,4	20,4	
	≥3	n=9	15,7	14,9	17,3	
7	1	n=8	19,3	14,4	20,2	0,212
	2	n=9	16,6	14,1	20,5	
	≥3	n=12	14,9	13,2	17,2	
8	1	n=8	17,8	14,3	20,9	0,406
	2	n=9	16,3	14,7	21,2	
	≥3	n=12	16,0	14,9	16,9	

Fortsetzung Tab. 58: Trockenmasseaufnahme (kg) in Abhängigkeit von Therapiedauer (TD)

9	1	n=8	19,3	14,2	20,6	0,277
	2	n=9	17,1	15,6	20,9	
	≥3	n=11	15,9	14,4	18,2	
10	1	n=8	19,3	15,9	22,9	0,139
	2	n=10	16,6	13,5	18,6	
	≥3	n=13	16,1	13,7	17,3	
12	1	n=8	21,0	16,4	23,8	0,127
	2	n=7	15,5	12,2	18,4	
	≥3	n=13	16,9	15,3	19,5	
14	1	n=8	19,9	16,4	24,4	0,271
	2	n=8	16,2	14,7	19,2	
	≥3	n=11	17,6	15,8	18,9	

Tab. 59: Veränderung der Muskeldicke (mm) in Abhängigkeit von Therapiedauer (TD)

Messung	TD (Wochen)	Gültige n	Median	25. Perzentil	75. Perzentil	P <
1	1	n=0	.	.	.	-
	2	n=0	.	.	.	
	≥3	n=0	.	.	.	
2	1	n=8	-,9	-3,9	1,4	0,025
	2	n=11	,4	-2,1	1,8	
	≥3	n=11	-3,8	-5,3	,0	
3	1	n=9	-3,2	-12,0	-2,0	0,350
	2	n=10	-7,4	-10,7	-5,6	
	≥3	n=11	-5,3	-7,1	-2,5	
4	1	n=8	-1,8	-3,2	1,3	0,886
	2	n=10	,0	-5,9	5,0	
	≥3	n=12	-1,2	-3,8	1,0	
5	1	n=8	-1,1	-4,7	3,2	0,830
	2	n=11	1,1	-4,6	5,3	
	≥3	n=12	-,4	-,8	2,5	
6	1	n=8	1,1	-1,6	2,4	0,628
	2	n=11	,4	-1,4	2,5	
	≥3	n=12	-1,2	-3,9	2,8	
7	1	n=4	-,4	-4,8	1,7	0,734
	2	n=8	,9	-1,3	3,6	
	≥3	n=5	,0	-4,1	3,9	
8	1	n=4	3,4	1,6	6,7	0,214
	2	n=7	,0	-3,6	,4	
	≥3	n=6	1,1	-1,8	6,6	
9	1	n=7	-,3	-2,8	2,8	0,746
	2	n=10	,7	-2,9	3,9	
	≥3	n=13	,3	-1,8	1,6	

Prognoseverfahren Zyklusbeginn

rechter Horndurchmesser (Woche 2):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
>1.55	17	13	30
<1.55	1	8	9
Gesamt	18	21	39

Energiebedarf (Woche 1):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<152.54	8	5	13
>152.54	1	13	14
Gesamt	9	18	27

Energiebedarf (Woche 2):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<156.41	14	11	25
>156.41	1	10	11
Gesamt	15	21	36

Energieaufnahme (Woche 1):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<72.47 MJ NEL	5	0	5
>72.47 MJ NEL	4	18	22
Gesamt	9	18	27

Energieaufnahme (Woche 2):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<85.07 MJ NEL	10	4	14
>85.07 MJ NEL	5	17	22
Gesamt	15	21	36

Trockenmasseaufnahme (Woche -2):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<10.75 kg	11	2	13
>10.75 kg	2	17	19
Gesamt	13	19	32

Trockenmasseaufnahme (Woche -1):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<8.34 kg	10	1	11
>8.34 kg	6	19	25
Gesamt	16	20	36

Trockenmasseaufnahme (Woche 0):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<11.57 kg	5	3	8
>11.57 kg	0	11	11
Gesamt	5	14	19

Fortsetzung Prognoseverfahren Zyklusbeginn

Trockenmasseaufnahme (Woche 1):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<10.45 kg	9	0	9
>10.45 kg	7	21	28
Gesamt	16	21	37

Bilirubin (Woche -1):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
>5.58 µmol/l	21	15	36
<5.58 µmol/l	2	12	14
Gesamt	23	27	50

Bilirubin (Woche 0):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
>8.20 µmol/l	17	10	27
<8.20 µmol/l	6	18	24
Gesamt	23	28	51

AST (Woche -2):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<72.6 U/l	18	9	27
>72.6 U/l	3	14	17
Gesamt	21	23	44

GLDH (Woche -2):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<6.23 U/l	15	5	20
>6.23 U/l	6	18	24
Gesamt	21	23	44

GLDH (Woche 0):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<3.95 U/l	6	0	6
>3.95 U/l	17	28	45
Gesamt	23	28	51

GGT (Woche -2):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<18.75 U/l	18	13	31
>18.75 U/l	3	10	13
Gesamt	21	23	44

GGT (Woche 0):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<20.75 U/l	23	21	44
>20.75 U/l	0	7	7
Gesamt	23	28	51

Fortsetzung Prognoseverfahren Zyklusbeginn

AP (älter 3 Jahre) (Woche -1):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
>167.5 U/l	9	1	10
<167.5 U/l	4	7	11
Gesamt	13	8	21

AP (älter 3 Jahre) (Woche 1):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
>74.9 U/l	11	5	16
<74.9 U/l	1	3	4
Gesamt	12	8	20

AP (jünger 3 Jahre) (Woche 0):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<81.75 U/l	7	4	11
>81.75 U/l	3	16	19
Gesamt	10	20	30

BHB (Woche 2):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<1.81 mmol/l	22	18	40
>1.81 mmol/l	1	10	11
Gesamt	23	28	51

Milchleistung (Woche 1):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<24.09	14	5	19
>24.09	7	20	27
Gesamt	21	25	46

Milchleistung (Woche 2):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
<24.067	12	4	16
>24.067	11	23	34
Gesamt	23	27	50

Harnstoffgehalt in der Milch (Woche 2):

	>2 Wochen	≤2 Wochen	Gesamt
>4.27	18	12	30
<4.27	4	16	20
Gesamt	22	28	50

Prognoseverfahren Brunsteinleitung

Zervixdurchmesser (Woche 1):

	keine BE	BE	Gesamt
>4.05 cm	22	17	39
<4.05 cm	0	8	8
Gesamt	22	25	47

Fortsetzung Prognoseverfahren Brunsteinleitung

Veränderung des Zervixdurchmessers (Woche 2):

	keine BE	BE	Gesamt
<-0.18	19	12	31
>-0.18	3	12	15
Gesamt	22	24	46

β-Carotin (Woche 0):

	kein BE	BE	Gesamt
<3000	20	17	37
>3000	1	9	10
Gesamt	21	26	47

AST (Woche 3):

	keine BE	BE	Gesamt
>102 U/l	13	5	18
<102 U/l	10	23	33
Gesamt	23	28	51

AP (älter 3 Jahre) (Woche -2):

	keine BE	BE	Gesamt
<97.8 U/l	2	0	2
>97.8 U/l	5	11	16
Gesamt	7	11	18

AP (älter 3 Jahre) (Woche -1):

	keine BE	BE	Gesamt
<153.5 U/l	5	3	8
>153.5 U/l	3	10	13
Gesamt	8	13	21

IGF-I (Woche -1):

	keine BE	BE	Gesamt
<10.25 nmol/l	8	2	10
>10.25 nmol/l	15	25	40
Gesamt	23	27	50

IGF-I (Woche 2):

	keine BE	BE	Gesamt
<5.10 nmol/l	10	1	11
>5.10 nmol/l	13	26	39
Gesamt	23	27	50

IGF-I (Woche 3):

	keine BE	BE	Gesamt
<8.29 nmol/l	15	7	22
>8.29 nmol/l	8	21	29
Gesamt	23	28	51

Fortsetzung Prognoseverfahren Brunsteinleitung

Laktosegehalt in der Milch (Woche 0):

	keine BE	BE	Gesamt
<4.34 %	12	6	18
>4.34 %	5	17	22
Gesamt	17	23	40

Laktosegehalt in der Milch (Woche 2):

	keine BE	BE	Gesamt
<4.72 %	16	9	25
>4.72 %	7	18	25
Gesamt	23	27	50

Laktosegehalt in der Milch (Woche 3):

	keine BE	BE	Gesamt
<4.67 %	10	4	14
>4.67 %	13	24	37
Gesamt	23	28	51

Prognoseverfahren Ovarialzysten

rechter Horndurchmesser (Woche 1):

	keine Zyste	Zyste	Gesamt
>2.03 cm	6	1	7
<2.03 cm	1	5	6
Gesamt	7	6	13

Laktosegehalt in der Milch (Woche 1):

	keine Zyste	Zyste	Gesamt
>4.28 %	37	7	44
<4.28 %	2	5	7
Gesamt	39	12	51

Laktosegehalt in der Milch (Woche 2):

	keine Zyste	Zyste	Gesamt
>4.56 %	35	6	41
<4.56 %	4	5	9
Gesamt	39	11	50

Prognoseverfahren Uterusrückbildung

Energiebilanz (Woche 2):

	>3 Wochen	≤3 Wochen	Gesamt
<-29.67 MJ NEL	22	4	26
>-29.67 MJ NEL	4	6	10
Gesamt	26	10	36

Fortsetzung Prognoseverfahren Uterusrückbildung

FFS (Woche 0):

	>3 Wochen	≤3 Wochen	Gesamt
<1310.5 µmol/l	33	10	43
>1310.5 µmol/l	1	7	8
Gesamt	34	17	51

Laktosegehalt in der Milch (Woche 2):

	>3 Wochen	≤3 Wochen	Gesamt
<4.88 %	29	10	39
>4.88 %	4	7	11
Gesamt	33	17	50

Prognoseverfahren Uteruserkrankung

Veränderung des BCS (Woche 0):

	o.b.B.+GKI+GKII	GKIII+GKIV	Gesamt
>-0.38	8	6	14
<-0.38	2	11	13
Gesamt	10	17	27

Veränderung der RFD (Woche 0):

	o.b.B.+GKI+GKII	GKIII+GKIV	Gesamt
>-2.5 mm	7	5	12
<-2.5 mm	2	12	14
Gesamt	9	17	26

Bilirubin (Woche 0):

	o.b.B.+GKI+GKII	GKIII+GKIV	Gesamt
<8.2 µmol/l	13	12	25
>8.2 µmol/l	2	24	26
Gesamt	15	36	51

Bilirubin (Woche 2):

	o.b.B.+GKI+GKII	GKIII+GKIV	Gesamt
<5.65 µmol/l	8	3	11
>5.65 µmol/l	7	33	40
Gesamt	15	36	51

GLDH (Woche 0):

	o.b.B.+GKI+GKII	GKIII+GKIV	Gesamt
>11.35 U/l	11	9	20
<11.35 U/l	4	27	31
Gesamt	15	36	51

GGT (Woche -1):

	o.b.B.+GKI+GKII	GKIII+GKIV	Gesamt
>20 U/l	6	2	8
<20 U/l	8	34	42
Gesamt	14	36	50

Fortsetzung Prognoseverfahren Uteruserkrankung

GGT (Woche 0):

	o.b.B.+GKI+GKII	GKIII+GKIV	Gesamt
>14.3 U/l	12	11	23
<14.3 U/l	3	25	28
Gesamt	15	36	51

GGT (Woche 1):

	o.b.B.+GKI+GKII	GKIII+GKIV	Gesamt
>17.75 U/l	9	3	12
<17.75 U/l	6	33	39
Gesamt	15	36	51

GGT (Woche 2):

	o.b.B.+GKI+GKII	GKIII+GKIV	Gesamt
>16.95 U/l	9	5	14
<16.95 U/l	6	31	37
Gesamt	15	36	51

Laktosegehalt in der Milch (Woche 1):

	o.b.B.+GKI+GKII	GKIII+GKIV	Gesamt
>4.69 %	8	6	14
<4.69 %	7	30	37
Gesamt	15	36	51

Fett-Laktose-Quotient (Woche 0):

	o.b.B.+GKI+GKII	GKIII+GKIV	Gesamt
<1.03	6	3	9
>1.03	6	25	31
Gesamt	12	28	40

Prognoseverfahren BU-Zervixtupferbefund

Zervixdurchmesser (Woche 1):

	BU negativ	BU positiv	Gesamt
<5.32 cm	10	6	16
>5.32 cm	2	10	12
Gesamt	12	16	28

Zervixdurchmesser (Woche 3):

	BU negativ	BU positiv	Gesamt
<4.47 cm	13	12	25
>4.47 cm	0	6	6
Gesamt	13	18	31

Fortsetzung Prognoseverfahren BU-Zervixtupferbefund

linker Horndurchmesser (Woche 2):

	BU negativ	BU positiv	Gesamt
<1.17	2	0	2
>1.17	6	16	22
Gesamt	8	16	24

Bilirubin (Woche 0):

	BU negativ	BU positiv	Gesamt
<7.88 µmol/l	7	2	9
>7.88 µmol/l	6	16	22
Gesamt	13	18	31

AST (Woche 0):

	BU negativ	BU positiv	Gesamt
>112	8	3	11
<112	5	15	20
Gesamt	13	18	31

BHB (Woche -2):

	BU negativ	BU positiv	Gesamt
>0.61 mmol/l	8	5	13
<0.61 mmol/l	2	13	15
Gesamt	10	18	28

IGF-I (Woche 0):

	BU negativ	BU positiv	Gesamt
>3.71 nmol/l	13	12	25
<3.71 nmol/l	0	6	6
Gesamt	13	18	31

IGF-I (Woche 2):

	BU negativ	BU positiv	Gesamt
>9.53 nmol/l	9	5	14
<9.53 nmol/l	3	13	16
Gesamt	12	18	30

Laktosegehalt in der Milch (Woche 0):

	BU negativ	BU positiv	Gesamt
>4.42 %	9	1	10
<4.42 %	3	10	13
Gesamt	12	11	23

Laktosegehalt in der Milch (Woche 2):

	BU negativ	BU positiv	Gesamt
>4.78 %	9	2	11
<4.78 %	3	16	19
Gesamt	12	18	30

Fortsetzung Prognoseverfahren BU-Zervixtupferbefund

Laktosegehalt in der Milch (Woche 3):

	BU negativ	BU positiv	Gesamt
>4.80 %	9	2	11
<4.80 %	4	16	20
Gesamt	13	18	31

Fett-Laktose-Quotient (Woche 0):

	BU negativ	BU positiv	Gesamt
<1.23	9	1	10
>1.23	3	10	13
Gesamt	12	11	23

9 DANKSAGUNG

Herrn Prof. Dr. R. Mansfeld danke ich recht herzlich für die Überlassung des Themas, für die Betreuung und seine mir jederzeit gewährte Hilfe bei der Durchführung und Korrektur dieser Arbeit.

Besonderer Dank gilt Herrn Dr. R. Martin für die freundliche und hilfsbereite Betreuung während der Arbeit, die anregenden Diskussionen und nicht zuletzt die Durchsicht des Manuskriptes.

Der Betriebsleitung und allen Mitarbeitern des Staatsgut Hirschau gilt ein herzlicher Dank für die hilfsbereite und freundliche Unterstützung bei den Untersuchungen und den Probennahmen.

Für die gute Zusammenarbeit mit der Abteilung Physiologie am Zentralinstitut für Ernährung und Lebensmittelforschung und der Arbeitsgruppe Tierernährung des Departments Tierwissenschaften der TU München in Weihenstephan möchte ich mich bedanken bei Herrn Prof. Bruckmaier, Herrn Prof. Schwarz und deren Mitarbeitern (Tamara Dicker, Simone Keßel, Michael Stroehl, Stefan Trinkl und Torben Liermann).

Bei Herrn Prof. Dr. H. Küchenhoff und seinem Mitarbeiter Fabian Scheipl vom Statistischen Beratungslabor am Institut für Statistik der LMU München bedanke ich mich herzlich für die engagierte Unterstützung bei der statistischen Auswertung.

Für Beistand und Hilfe bei dieser Arbeit bedanke ich mich außerdem bei allen weiteren Mitarbeitern und Doktoranden der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik der Tierärztlichen Fakultät der LMU München.

Besonders bedanken möchte ich mich bei Yvonne Nubling, Doreen Zimmermann und Andreas Glindemann, mit denen ich während dieser Arbeit vieles teilen musste und durfte.

Schließlich möchte ich meiner Frau Claudia und meiner Familie für ihre mir immer gewährte Unterstützung, ihren Zuspruch, ihr Verständnis und ihre Geduld während dieser Zeit Danke sagen.

LEBENS LAUF

Name Michael Schmauß

Geburtsdatum / -ort 14. Dezember 1977 / Parsberg/Opf.

Familienstand verheiratet

Staatsangehörigkeit deutsch

Schulischer und beruflicher Werdegang:

1984 – 1988 Grundschule an der Volksschule Beratzhausen

1988 – 1997 Gymnasium Parsberg

1997 – 1998 Wehrdienst

1998 – 2004 Studium der Tiermedizin an der LMU München

März 2004 Staatsexamen

April 2004 Approbation

März 2004 Beginn der Doktorarbeit an der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik der der LMU München

Juli 2004 – März 2005 Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Gynäkologischen und Ambulatorischen Tierklinik der LMU München

April – November 2005 Assistent in der Gemeinschaftspraxis Koch / Viehweger in Haxthausen bei Freising

seit November 2005 Teilhaber an der Gemeinschaftspraxis Koch / Aichinger / Schmauß in Haxthausen bei Freising